

## Anais do Workshop de Encerramento do Projeto de Desenvolvimento de Tecnologias para Produção de Safrol a partir de Pimenta Longa (*Piper hispidinervum*)



04.00121

Anais...

2001

PC-2004.00121



AI-SEDE- 26100-1

## **República Federativa do Brasil**

*Fernando Henrique Cardoso*  
Presidente

## **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Marcus Vinicius Pratini de Moraes*  
Ministro

## **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa**

### **Conselho de Administração**

*Márcio Fortes de Almeida*  
Presidente

*Alberto Duque Portugal*  
Vice-Presidente

*Dietrich Gerhard Quast*  
*José Honório Accarini*  
*Sérgio Fausto*  
*Urbano Campos Ribeiral*  
Membros

### **Diretoria-Executiva da Embrapa**

*Alberto Duque Portugal*  
Diretor-Presidente

*Bonifácio Hideyuki Nakasu*  
*Dante Daniel Giacomelli Scolari*  
*José Roberto Rodrigues Peres*  
Diretores-Executivos

### **Embrapa Acre**

*Ivadir Soares Campos*  
Chefe-Geral

*Milcíades Heitor de Abreu Pardo*  
Chefe-Adjunto de Administração

*João Batista Martiniano Pereira*  
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Evandro Orfanó Figueiredo*  
Chefe-Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio



ISSN 0104-9046

Dezembro, 2001

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

## ***Documentos 75***

### **Workshop de Encerramento do Projeto de Desenvolvimento de Tecnologias para Produção de Safrol a partir de Pimenta Longa (*Piper hispidinervum*)**

#### **Editores**

Flávio Araújo Pimentel

Olinto da Rocha Neto

Rio Branco, AC  
2001

**República Federativa do Brasil**

*Fernando Henrique Cardoso*  
Presidente

**Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

*Marcus Vinicius Pratini de Moraes*  
Ministro

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa**

**Conselho de Administração**

*Márcio Fortes de Almeida*  
Presidente

*Alberto Duque Portugal*  
Vice-Presidente

*Dietrich Gerhard Quast*  
*José Honório Accarini*  
*Sérgio Fausto*  
*Urbano Campos Ribeiro*  
Membros

<b>Embrapa</b>	
Unidade:	AI-SEDE
Valor aquisição:	
Data aquisição:	08/04/04
N.º N. Fiscal/Fatura:	
Fornecedor:	
N.º OCS:	
Origem:	Gm B
N.º Registro:	121/04

**Diretoria-Executiva da Embrapa**

*Alberto Duque Portugal*  
Diretor-Presidente

*Bonifácio Hideyuki Nakasu*  
*Dante Daniel Giacomelli Scolari*  
*José Roberto Rodrigues Peres*  
Diretores-Executivos

**Embrapa Acre**

*Ivandir Soares Campos*  
Chefe-Geral

*Milcíades Heitor de Abreu Pardo*  
Chefe-Adjunto de Administração

*João Batista Martiniano Pereira*  
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento

*Evandro Orfanó Figueiredo*  
Chefe-Adjunto de Comunicação, Negócios e Apoio



Exemplares desta publicação podem ser solicitados à:

Embrapa Acre

Rodovia BR-364, km 14, sentido Rio Branco/Porto Velho

Caixa Postal, 321

Rio Branco, Ac, CEP 69908-970

Fone: (68) 212-3200

Fax: (68) 212-3284

<http://www.cpafac.embrapa.br>

[sac@cpafac.embrapa.br](mailto:sac@cpafac.embrapa.br)

Editores: *Flávio Araújo Pimentel, Olinto da Rocha Neto*

Normalização bibliográfica: *Gilzélia de Melo Sousa*

Editoração eletrônica: *Jefferson Marcks Ribeiro Lima*

Os resumos constantes nesta publicação são da inteira responsabilidade dos autores.

**1ª edição**

1ª impressão (2001): 300 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

Embrapa Acre.

Workshop de Encerramento do Projeto de Desenvolvimento de Tecnologias para Produção de Safrol a partir de Pimenta Longa (*Piper hispidinervum*) (1. : 2001 : Rio Branco, AC).

Anais... / Editado por Flávio Araújo Pimentel, Olinto da Rocha Neto. – Rio Branco : Embrapa Acre; Belém : Embrapa Amazônia Oriental / DFID, 2001.

226p.: il. – (Embrapa Acre. Documentos, 75).

1. Pimenta longa. 2. Óleo essencial. 3. Safrol. 4. Agroindústria. 5. *Piper hispidinervum*. I. Pimentel, Flávio Araújo. II. Embrapa Acre. III. Título. IV. Série.

CDD 583.25 (21. ed.)

© Embrapa 2001

# **Agradecimentos**

Agradecemos a todas as pessoas abaixo relacionadas que de alguma forma contribuíram direta ou indiretamente para a condução deste projeto, que teve como objetivo beneficiar a agricultura familiar e mostrar que é possível gerar o desenvolvimento sustentável com recursos naturais na Amazônia, conservando a biodiversidade para as futuras gerações.

Magda Lambert - DFID British Council  
Gail Marzetti - DFID British Council  
Ian Thompson - DFID British Council  
David Baker - DFID British Council  
Gordon Armstrong - DFID British Council  
Fernanda Ribeiro - DFID British Council  
Marisa Graça Lima - ABC Cooperação Técnica Bilateral - CTRM  
José Azambuja - Geroma do Brasil  
José Planelles Lazaga - Geroma do Brasil  
Saturno Marchetti - ENDURA SPA  
Harald Unterleider - PIRISA PIRETRO INDUSTRIA LTDA  
Sotto Pacheco Costa - Embrapa Sede

# **Editores**

**Flávio Araújo Pimentel**  
Embrapa Acre

**Olinto Gomes da Rocha Neto**  
Embrapa Amazônia Oriental

# **Parcerias**

## **CENTROS DE PESQUISA**

Embrapa Acre – CPAF/AC

Embrapa Amazônia Oriental – CPATU/PA

Embrapa Agroindústria de Alimentos – CTAA/RJ

## **ORGANIZAÇÕES NÃO-GOVERNAMENTAIS**

Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa – FADESP/PA

Grupo de Pesquisa e Extensão em Sistemas Agroflorestais do Acre – PESACRE/AC

## **INSTITUIÇÕES/EMPRESAS FINANCIADORAS**

Department for International Development – DFID/Reino Unido

Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais – CNPT/IBAMA

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq

Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia – SUDAM

Geroma do Brasil Indústria e Ltda/PR

Pirisa Piretro Indústria Ltda/RS

Endura SPA, Bolonha, Itália

## **ASSOCIAÇÕES DE PRODUTORES RURAIS**

Associação de Produtores Rurais Vencedora – ASPRUE/RO

Associação de Produtores Rurais Acorda Jabuti/PA

Associação de Moradores da Reserva Chico Mendes – AMOREB/AC

Central de Associações de Produtores Rurais de Epitaciolândia e Brasília – CAPEB/AC

# **Patrocinadores do Workshop Realizado de 21 a 23 de novembro de 2001**

Department for International Development - DFID

Geroma do Brasil Indústria LTDA

## **Comissão Organizadora do Evento**

Flávio Araújo Pimentel  
João Alencar de Sousa  
Murilo Fazolin  
Mauricília Pereira da Silva  
Soraya Pereira da Silva  
Gilberto Costa do Nascimento  
Celso Luís Bergo  
Neutemir de Sousa Feitoza  
Evandro Orfanó Figueiredo  
Jefferson Marcks Ribeiro de Lima

## **Realização**

Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre – CPAF/AC

# **Apresentação**

Os recursos naturais existentes na Região Amazônica tornam-se conhecidos, gradativamente, à medida que a pesquisa científica se intensifica e os resultados são disponibilizados para a sociedade. O aproveitamento da flora aromática nativa se insere neste contexto, apesar de poucos produtos fazerem parte da pauta comercial de exportação, como é o caso do óleo essencial de pau-rosa (*Aniba duckei* e *A. rosaeodora*) e o óleo-resina de copaíba (*Copaifera duckei*, *C. reticulata* e *C. multijuga*). O elevado potencial da flora odorífera da região apresenta-se como a fonte renovável mais apropriada para a produção de essências aromáticas. Para isto, é necessário, portanto, promover a domesticação das espécies identificadas como promissoras, para cultivos sustentáveis sob o ponto de vista econômico, social e ambiental. Trabalhos desenvolvidos, a partir da década de 1970, por pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG), resultaram em um amplo inventário das plantas aromáticas da Amazônia, em que estão relacionadas algumas espécies de *Piper* (família Piperaceae) ricas em óleos essenciais. Dentre elas, destaca-se a pimenta longa (*Piper hispidinervum*), com característica de planta invasora, que produz óleo essencial com rendimento médio de 3,5% e teores de safrol entre 88% e 95%. A Embrapa Acre, Embrapa Amazônia Oriental e Embrapa Agroindústria de Alimentos, em parceria com o Pesacre, Geroma do Brasil, Endura SPA, Pirisa Piretro Ltda, Associação de Produtores Rurais Vencedora – Aspruve (Vila Extrema, RO) e Acorda Jabuti (Pará), vêm desenvolvendo trabalhos com a pimenta longa desde 1995, dentro de um enfoque de P&D participativo, para estabelecimento de um sistema de produção agroindustrial, condizente com a agricultura familiar preponderante nessa região.

A publicação dos trabalhos apresentados no workshop **“Desenvolvimento de Tecnologias para Produção de Safrol a partir de Pimenta Longa (*Piper hispidinervum*)”** tem como objetivo divulgar os conhecimentos, as práticas e processos desenvolvidos e/ou adaptados, para melhoria da eficiência do sistema de produção de produtores e empresários interessados no agronegócio da pimenta longa.

*Flávio Araújo Pimentel*  
Líder do Projeto

# Sumário

## TEMA I - RECURSOS GENÉTICOS / MELHORAMENTO GENÉTICO

COLETA, CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE PIMENTA LONGA (*Piper spp.*) DA EMBRAPA ACRE

João Alencar de Souza ..... 15

SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA E ESTIMATIVAS E PARÂMETROS GENÉTICOS EM PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C.DC.)

Francisco José da Silva Léo ..... 22

SISTEMA DE ACASALAMENTO DE *P. hispidinervum* C.DC., EM UMA POPULAÇÃO NATURAL DE ASSIS BRASIL, AC

Lúcia H. O. Wadt ..... 28

VARIABILIDADE GENÉTICA ENTRE E DENTRO DE POPULAÇÕES NATURAIS DE *Piper hispidinervum* C. DC.

Lúcia H. O. Wadt ..... 32

AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DA COLEÇÃO DE GERMOPLASMA DE PIMENTA LONGA DA EMBRAPA ACRE

Lúcia H. O. Wadt ..... 37

CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE UMA POPULAÇÃO NATIVA DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C.DC) NO SERINGAL CACHOEIRA, AC

Elias Melo de Miranda ..... 45

## TEMA II - MANEJO CULTURAL

EFEITO DA ÉPOCA E DA FREQUÊNCIA DE CORTE DA PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum*) NO RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL

Celso Luís Bergo ..... 52

FREQÜÊNCIA DE CORTE DE PLANTAS DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C. DC.) PARA FINS DE PRODUÇÃO DE BIOMASSA, EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E QUANTIFICAÇÃO DE SAFROL Francisco José Câmara Figueiredo .....	57
ALTURA DE CORTE DE PLANTAS DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C. DC.) PARA FINS DE PRODUÇÃO DE BIOMASSA, EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E QUANTIFICAÇÃO DE SAFROL Francisco José Câmara Figueiredo .....	64
RESPOSTAS DE PIMENTA LONGA À SUPLEMENTAÇÃO HÍDRICA DURANTE O PERÍODO DE ESTIAGEM NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ-AÇU, PA Enilson S. A. Silva .....	69
ESTUDOS COMPARATIVOS DE PLANTAS DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C. DC.), DE ASPECTOS VEGETATIVOS EXTREMOS, PARA A EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E QUANTIFICAÇÃO DE SAFROL Francisco José Câmara Figueiredo .....	74
SAZONALIDADE DE TEOR DE SAFROL EM ÓLEO ESSENCIAL EXTRAÍDO DE BIOMASSA DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C.DC.) Alberdan Silva dos Santos .....	80
AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS RADICULARES DE PLANTAS DE <i>Piper hispidinervum</i> C.DC. SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATOS CULTURAIS Cláudio J. Reis de Carvalho .....	85
CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C.DC.) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO, NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ-AÇU, PA Enilson S. A. Silva .....	90
PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C.DC.) EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NPK E DA CALAGEM Mariangela de Moraes Messias Souza .....	96
USO DE BIOMASSA RESIDUAL DE USINAS DE ÓLEO ESSENCIAL NA ADUBAÇÃO DE PIMENTA LONGA Edson Patto Pacheco .....	103



APTIDÃO NATURAL PARA CULTIVO DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> ) NO ACRE Eufan Ferreira do Amaral .....	107
CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C.D.C.) Raimundo Evandro Barbosa Mascarenhas .....	110
INFLUÊNCIA DA ALTURA DE CORTE NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM POPULAÇÃO NATIVA DE PIMENTA LONGA DO ESTADO DO ACRE José Tadeu de Souza Marinho .....	113

### TEMA III - FITOSSANIDADE

CARACTERIZAÇÃO DE ISOLADOS DE <i>Ralstonia solanacearum</i> EM CULTIVOS DE PIMENTA LONGA DO ESTADO DE RONDÔNIA Maria de Jesus B. Cavalcante .....	117
AValiação DA RESISTÊNCIA À MURCHA-BACTERIANA EM PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C.DC.) Maria de Jesus B. Cavalcante .....	120
DIVERSIDADE DE ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EM INFLORESCÊNCIAS DE <i>Piper hispidinervum</i> (C.DC.) Marcílio José Thomazini .....	124
LEVANTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE DOENÇAS DA PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> ) NOS ESTADOS DO ACRE E PARÁ Luiz S. Poltronieri .....	130
REAÇÃO DE PLANTAS DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> ) A ISOLADOS DE <i>Fusarium solani</i> F.sp. <i>piperis</i> Luiz S. Poltronieri .....	134
INFLUÊNCIA DE DOENÇAS FOLIARES DA PIMENTA LONGA NO RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL E SEU EFEITO NO CRESCIMENTO MICIAL IN VITRO DE FITOPATÓGENOS Luiz S. Poltronieri .....	136

### TEMA IV - AGROINDUSTRIALIZAÇÃO

MÉTODOS PRÁTICOS DE SECAGEM DE BIOMASSA DE PLANTAS DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C.DC.) PARA A PRODUÇÃO DE SAFROL Alberdan Silva Santos .....	140
--	-----

SECAGEM DE BIOMASSA DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C. DC.) POR VENTILAÇÃO FORÇADA Francisco José Câmara Figueiredo .....	147
EFICIÊNCIA DE SECADORES SOLARES COM DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA NA SECAGEM DA BIOMASSA DE PIMENTA LONGA Flávio Araújo Pimentel .....	153
OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E DO TEOR DE SAFROL DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C. DC.): 1 – QUALIDADE DA BIOMASSA PRODUZIDA PELO PRODUTOR Francisco José Câmara Figueiredo .....	159
OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E DO TEOR DE SAFROL DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C. DC.): 2 – ESTUDO DE CARGA DE BIOMASSA NO DESTILADOR Francisco José Câmara Figueiredo .....	163
OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E DO TEOR DE SAFROL DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C. DC.): 3 – ESTUDO DE UMIDADE DA BIOMASSA SOBRE A EFICIÊNCIA DA DESTILAÇÃO Francisco José Câmara Figueiredo .....	168
OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E DO TEOR DE SAFROL DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C. DC.): 4 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO NO DECORRER DA DESTILAÇÃO Francisco José Câmara Figueiredo .....	174
EFEITO DO TEMPO DE DESTILAÇÃO COMERCIAL DE BIOMASSA DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> ) NA CONCENTRAÇÃO DE SAFROL Flávio Araújo Pimentel .....	180
EFEITO DA REDESTILAÇÃO CONTROLADA DO ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA LONGA NA CONCENTRAÇÃO DO SAFROL Flávio Araújo Pimentel .....	184
AVALIAÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS DE EXEMPLARES DE PIMENTA LONGA ( <i>Piper hispidinervum</i> C. DC.) DO ESTADO DO ACRE Daíse Lopes .....	190

## **TEMA V - PESQUISA PARTICIPATIVA / TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIAS**

### **OBSTÁCULOS À PESQUISA PARTICIPATIVA: O CASO DO PROJETO**

#### **PIMENTA LONGA NO PARÁ**

Carlos Douglas de Souza Oliveira ..... 196

### **PESQUISA PARTICIPATIVA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS PARA A**

#### **PIMENTA LONGA EM VILA EXTREMA-RO E NO ESTADO DO ACRE**

Maria de Nazaré Costa de Macedo ..... 201

### **IMPACTOS SOCIAIS DA PESQUISA AGROPECUÁRIA: O CASO DOS**

#### **PRODUTORES DE PIMENTA LONGA DO PARÁ**

Mônica Cristina Carvalho ..... 207

### **ATENDIMENTO DE DEMANDAS NO CENTRO DE INFORMAÇÃO DA**

#### **PIMENTA LONGA DA EMBRAPA ACRE**

Evandro Orfanó Figueiredo ..... 211

## **TEMA VI - ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS DA CULTURA**

### **ANÁLISE FINANCEIRA DA EXPLORAÇÃO DA PIMENTA LONGA PARA**

#### **PRODUÇÃO DE SAFROL NO ACRE**

Claudenor Pinho de Sá ..... 217

### **ESTUDO DA PRODUTIVIDADE E DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE**

#### **POPULAÇÕES NATIVAS DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum*)**

#### **SOB MANEJO**

Flávio Araújo Pimentel ..... 221

**TEMA I**  
**Recursos Genéticos / Melhoramento Genético**

# COLETA, CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMA DE PIMENTA LONGA (*Piper spp.*) DA EMBRAPA ACRE<sup>1</sup>

João Alencar de Sousa<sup>2</sup>  
Marcelo Nascimento de Oliveira<sup>3</sup>  
Francisco José da Silva Léo<sup>4</sup>  
Hélia Alves de Mendonça<sup>5</sup>  
Isaac Ibernnon Lopes Filho<sup>6</sup>

## INTRODUÇÃO

Na década de 70, um grupo de pesquisadores trabalhando com óleos essenciais no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), identificou a Pimenta Longa (*Piper hispidinervum*) como grande produtora de óleo essencial rico em safrol, um fenil éter que ocorre como componente volátil em algumas espécies de plantas. Em sua forma pura, é um líquido viscoso de aroma canforáceo à temperatura ambiente. Esta substância é utilizada como precursora na fabricação de inseticidas biodegradáveis, de cosméticos e de produtos farmacêuticos. Os derivados mais importantes obtidos do safrol são a heliotropina ou piperonal (usado como componente de fragrâncias nas indústrias de cosméticos e perfumarias) e o butóxido de piperonila (usado como agente sinérgico junto com o piretrium). O Brasil já foi o maior produtor mundial de safrol, extraído da canela sassafrás (*Ocotea pretiosa*), no Vale do Itajaí, em Santa Catarina. Em 1991, o IBAMA proibiu o corte e a exploração dessa planta para evitar a sua extinção, uma vez que a extração do óleo era através do corte do tronco de árvores com aproximadamente 25 anos. Na pimenta longa, o óleo essencial concentra-se nos galhos finos e folhas, o que permite que este seja extraído através de cortes sucessivos, sem a destruição da planta.

A pimenta longa (*Piper hispidinervum*) é uma planta pertencente à família das piperáceas, de porte arbustivo ou arbóreo, podendo alcançar até 7 metros de altura (Lunz et al., 1996). Muitas excursões científicas foram realizadas pela Amazônia brasileira, sendo possível somente localizar indivíduos desta espécie em algumas regiões do Estado do Acre, de grandes pressões antrópicas, e em áreas de fronteiras da Bolívia e do Peru (Silva, 1993). É uma planta que pode formar populações de grande densidade em áreas de capoeira, onde domina perante as demais espécies (Lunz et al., 1996).

O trabalho teve por objetivo coletar e caracterizar este patrimônio genético

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo Department for International Development – DFID e Embrapa.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora, MG.

<sup>5</sup> Engenheira Agrônoma, D.Sc., Pesquisadora Bolsista CNPq/DCR Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

<sup>6</sup> Graduando de Agronomia da UFAC, Estágio Curricular na Embrapa Acre, Rio Branco, AC.

de interesse para a Amazônia, visando obter material genético representativo da espécie e formar no estado do Acre um Banco Ativo de Germoplasma - BAG de pimenta longa, minimizando o risco de erosão genética e assegurando uma variabilidade suficiente para utilização em programas de melhoramento da referida espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Banco Ativo de Germoplasma - BAG de *Piper* foi instalado no Campo Experimental da Embrapa Acre, localizada no km 14 da BR-364, sentido Rio Branco-Porto Velho. O solo onde foi instalado o BAG é do tipo Podzólico, com pH em  $H_2O = 5,6$ ; pH em KCl = 4,4;  $P = 1 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $K = 0,23 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $Ca = 23 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $Mg = 33 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $Al = 2 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $H = 36 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $C = 5,3 \text{ g/dm}^3$ .

Inicialmente existiam dúvidas com relação à caracterização botânica das espécies de *Piper* produtoras de óleos essenciais, especificamente o safrol. Silva (1993) cita que a espécie produtora de safrol é a *Piper hispidinervum*, já Calejjas, citado por Silva (1993) caracteriza a espécie como sendo a *Piper aduncum*. Portanto, foi realizada a caracterização botânica das espécies presentes no BAG de pimenta longa da Embrapa Acre.

Para essa fase inicial do trabalho, foram realizadas expedições de coleta do material vegetal de pimenta longa nos municípios de Plácido de Castro, Acrelândia, Senador Guiomard, Porto Acre, Bujari, Assis Brasil, Brasiléia, Mâncio Lima, Cruzeiro do Sul, Rodrigues Alves e Tarauacá (Oliveira & Lunz, 1996). Das plantas selecionadas, foram retiradas estacas com três nós, postas para enraizamento em substrato à base de casca de arroz carbonizada, por dois meses. Após o enraizamento, as estacas foram transferidas para sacos plásticos com substrato à base de esterco de curral curtido e solo (1:1), durante três meses, até a transferência para local definitivo. Utilizou-se o espaçamento de 1,5 metros entre plantas e 2,0 metros entre linhas no plantio definitivo. Foram coletadas cinco amostras de cada planta, obtendo-se um total de 135 amostras, representando 27 acessos. O material foi coletado de outubro de 1996 à março de 1997, devidamente prensado e seco em estufa de ventilação forçada de 50° a 60°C, durante quatro dias. Após a secagem das amostras coletadas, foram montadas as exsicatas e enviadas ao Jardim Botânico do Rio de Janeiro para análise e classificação. Na identificação do material foram observadas características morfológicas: pilosidade nas folhas, tipo e tamanho do limbo, tamanho das espiguetas, tamanho do pecíolo e do pedúnculo e forma da semente. Na classificação das espécies seguiu-se a chave analítica de Yuncker (1972).

Posteriormente, foram realizadas novas expedições às áreas de ocorrência natural da espécie, principalmente no Vale do Acre (no Estado do Acre), onde foram coletadas estacas e/ou sementes de pelo menos 50 plantas selecionadas (tamanho efetivo=50) que apresentassem o melhor aspecto vegetativo, sem sintoma de ataque de pragas e doenças. A localização das coletas foi realizada através de GPS. Com as estacas coletadas, foram realizados os mesmos procedimentos anteriormente citados. Todo material introduzido foi cadastrado e registrado para permitir a fácil localização dos acessos. As sementes foram semeadas em copos plásticos de 250 ml, e posteriormente também foram transplantadas para sacos plásticos de produção de mudas, utilizando o mesmo substrato preparado para as estacas. Contudo, nessa nova fase dos trabalhos, as plantas foram dispostas no espaçamento 2,0 X 2,0 m. As covas, medindo 30 X 30 cm, foram previamente preparadas com adubação orgânica e química (de acordo com a análise de solo).

Para todo o material coletado foram confeccionadas exsiccatas. Em casos de dúvidas, a caracterização botânica, foi realizada com o auxílio de um botânico do Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Também foi realizado o depósito de exsiccatas, no herbário da Universidade Federal do Acre - UFAC.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Do trabalho de caracterização botânica das espécies de *Piper*, os dados apresentados corroboram com a classificação apresentada por Silva (1993), que identificou *Piper hispidinervum* como produtora de altos teores de safrol. As plantas com altos teores de safrol foram localizadas no Vale do Rio Acre, área com maior ação antrópica no Estado do Acre, abrangendo os municípios de Rio Branco, Senador Guiomard, Plácido de Castro, Bujari, Porto Acre, Acrelândia, Brasiléia e Assis Brasil (município localizado mais ao sul do Estado, originalmente pertencente ao Vale do Purus). As demais plantas foram localizadas no Vale do Juruá.

Foram identificadas três espécies de *Piper* no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Acre: *Piper aduncum*, *P. hispidum* e *P. hispidinervum*.

*Piper aduncum* apresenta arbusto com ramos pubescentes de folhas com pecíolo de 0,2 a 0,4 cm de comprimento, sem bainha; folhas elípticas ou lanceoladas, com aproximadamente 20 cm de comprimento; 7 cm de largura; ápice acuminado e base redonda ou cordulata; áspera na face ventral e pubescente nas faces dorsal e ventral; espigas regularmente curvadas, de tamanho semelhante ao das folhas com pedúnculos curtos; bractéolas pedicelado-peltadas, com pelta provida de pêlos; quatro estames e três estigmas sésseis.

*Piper hispidum* é arbustivo, com ramos e raminhos tomentoso pubescentes de folhas ovadas com pecíolo de 0,5 a 1,2 cm de comprimento,

sem bainha; com aproximadamente 12,2 cm de comprimento e 5,2 cm de largura; ápice acuminado e base oblíqua; áspera na face ventral e altamente pubescente na face dorsal; espigas de tamanho semelhante ao das folhas, com pedúnculos curtos, próximos a 0,5 cm de comprimento; bractéolas pedicelado-peltadas com pelta provida de pêlos; quatro estames e três estigmas sésseis.

*Piper hispidinervum* é arbustivo com ramos não pubescentes com pecíolo variando de 0,1 a 0,2 cm de comprimento, de folhas oblongo - lanceoladas ou oblongo - elípticas, variando de 14,5 a 22 cm de comprimento e 4,7 cm de largura; ápice acuminado a levemente cuspidado; base oblíqua a inequilátera; folhas levemente ásperas na face ventral; espigas de tamanho semelhante ao das folhas, com pedúnculos curtos, próximos a 1 cm de comprimento; bractéolas pedicelado-peltadas; quatro estames sem anteras e três estigmas sésseis.

As plantas identificadas como *Piper aduncum* apresentaram baixo teor de safrol, onde três delas produziram menos de 0,01% de óleo e as demais variaram entre 0,10 a 3,24% de safrol (Tabela 1). A planta identificada como *Piper hispidum* produziu baixo teor de safrol (0,14%). Já as plantas identificadas como *Piper hispidinervum* apresentaram um elevado teor de safrol, que variou de 87 a 97%, característica importante para a comercialização de óleo, onde há a preferência por teores acima de 90%.



**Tabela 1. Relação das plantas do Banco Ativo de Germoplasma de Pimenta Longa (*Piper* spp.), classificadas botanicamente e o teor de safrol (%) avaliado em habitat natural. Rio Branco, Acre, 2001.**

PLANTA	PROCEDÊNCIA	CLASSIFICAÇÃO	TEOR DE SAFROL (%)
1	Plácido de Castro	<i>hispidinervum</i>	93,62
2	Plácido de Castro	<i>hispidinervum</i>	95,58
3	Plácido de Castro	<i>hispidinervum</i>	92,18
4	Plácido de Castro	<i>hispidinervum</i>	94,16
5	Plácido de Castro	<i>hispidinervum</i>	95,00
6	Acrelândia	<i>hispidinervum</i>	95,80
7	Senador Guiomard	<i>hispidinervum</i>	93,90
8	Senador Guiomard	<i>hispidinervum</i>	94,80
9	Senador Guiomard	<i>hispidinervum</i>	90,57
10	Senador Guiomard	<i>hispidinervum</i>	92,91
11	Senador Guiomard	<i>hispidinervum</i>	87,50
12	Senador Guiomard	<i>hispidinervum</i>	89,37
13	Porto Acre	<i>hispidinervum</i>	93,47
14	Porto Acre	<i>hispidinervum</i>	92,80
15	Bujari	<i>hispidinervum</i>	94,36
16	Brasileia	<i>hispidinervum</i>	87,70
17	Assis Brasil	<i>hispidinervum</i>	94,00
18	Bujari	<i>hispidinervum</i>	97,40
19	Bujari	<i>hispidinervum</i>	96,60
Média			93,24 ( $\pm 2,68$ )
20	Mâncio Lima	<i>aduncum</i>	0,10
21	Mâncio Lima	<i>aduncum</i>	0,117
22	Mâncio Lima	<i>aduncum</i>	0,10
23	Mâncio Lima	<i>aduncum</i>	3,24
24	Mâncio Lima	<i>aduncum</i>	1,03
25	Mâncio Lima	<i>aduncum</i>	TRAÇOS
26	Cruzeiro do Sul	<i>aduncum</i>	TRAÇOS
27	Rodrigues Alves	<i>aduncum</i>	TRAÇOS
Média			0,573 ( $\pm 1,05$ )
28	Tarauacá	<i>hispidum</i>	0,14

Atualmente, a Embrapa Acre dispõe no BAG de pimenta longa, 183 acessos, coletadas nas áreas de ocorrência natural dessa espécie, em excursões realizadas a 14 municípios do Estado do Acre, 2 do Estado do Amazonas e 1 do Estado de Rondônia (Tabela 2).

A partir de 1999, o número de plantas de cada população coletada para o BAG foi em torno de 50 plantas, com um número de sementes muito grande, acima de 1000, devido ao tamanho das mesmas. Mesmo sabendo que o número mínimo ideal é 50 plantas por população (Vencovsky, 1986), muitas vezes não foi possível atingi-lo, pois foi feita a opção por um número maior de coletas por ano, tendo em vista o risco da perda de material, que normalmente é encontrado em áreas de forte pressão antrópica, principalmente pastagens e capoeira, onde os proprietários ateam fogo ou brocam periodicamente. Como

ela é considerada pela maioria dos proprietários uma planta daninha, a tendência é tentar eliminá-la o mais rápido e eficientemente possível de suas áreas.

**Tabela 2. Relação do número de acessos do BAG de Pimenta Longa (*Piper* spp.) por município. Rio Branco, Acre, 2001.**

MUNICÍPIO	Nº ACESSOS	MUNICÍPIO	Nº ACESSOS
Mâncio Lima	2	Acrelândia	5
Rodrigues Alves	7	Capixaba	5
Cruzeiro do Sul	20	Xapuri	9
Tarauacá	6	Brasiléia	65
Bujari	12	Assis Brasil	7
Porto Acre	4		
Rio Branco	2	Guajará – AM	1
Senador	17	Boca do Acre - AM	3
Guimard			
Plácido de Castro	13	Guajará-Mirim - RO	5

## CONCLUSÕES

Foram identificadas três espécies de *Piper* no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Acre: *Piper aduncum*, *P. hispidum* e *P. hispidinervum*. Sendo esta última a de maior relevância no momento, por apresentar um rendimento de óleo essencial acima de 4% e elevado teor de safrol, acima de 90%, podendo chegar a valores superiores a 95% de safrol, característica importante para a comercialização de óleo, onde há a preferência por teores acima de 90%.

A espécie *P. hispidinervum*, com elevados teores de safrol foi encontrada apenas nos municípios do Vale do Acre, com destaque para os municípios de Bujari e Plácido de Castro, ambos da Região do Baixo Acre, com acessos apresentando alto teores de safrol, chegando a 97,4% e 94,57%, respectivamente.

Os trabalhos de caracterização e avaliação estão em andamento, bem como ainda estão sendo realizadas expedições de coletas para a ampliação do BAG.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LUNZ, A.M.P., OLIVEIRA, M.N., PEREIRA, J.B.M., SOUSA, M.M.M. **Informações gerais sobre a pimenta longa**. Rio Branco: EMBRAPA CPAF-Acre, 1996. Folder.

OLIVEIRA, M.N.; LUNZ, A.M.P. **Coleta, conservação, caracterização e avaliação de genótipos de pimenta longa (*Piper hispidinervium*) no Estado do Acre**. Rio Branco, EMBRAPA - CPAF-ACRE. (Pesquisa em Andamento N<sup>o</sup> 86, dez/96, p. 1-3). 1996.

SILVA, M.H.L da. **Tecnologia de cultivo e produção racional de pimenta longa, *Piper hispidinervium* C. DC.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993. 120p. (Tese de Mestrado).

VENCOVSKY, R. **Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasma de espécies alógamas**. Brasília: Embrapa-CENARGEN, 1986. 15p.

YUNCKER, T. G. **The Piperaceae of Brazil**. São Paulo: Instituto de Botânica. 1972. p.80-140. (Hoehnea,2).

# SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE POLINIZAÇÃO ABERTA E ESTIMATIVAS E PARÂMETROS GENÉTICOS EM PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C.DC.)<sup>1</sup>

Francisco José da Silva Lédo<sup>2</sup>

Hélia Alves de Mendonça<sup>3</sup>

João Alencar de Sousa<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

A pimenta longa é uma planta da família Piperaceae, de alta rusticidade, podendo formar populações de grande densidade em áreas de capoeira, dominando as demais espécies (Rocha Neto et al., 1999). A espécie apresenta um óleo essencial que contém em torno de 90 a 94% de safrol, com rendimento que pode chegar a 4% em relação ao peso seco das suas folhas e ramos finos. Em sua forma pura, o safrol é um líquido viscoso, de aroma canforáceo à temperatura ambiente, que é utilizado como precursor na fabricação de inseticidas biodegradáveis, cosméticos e de produtos farmacêuticos (Maia et al. 1987).

Como é um arbusto cujo ramos ortotrópicos rebrotam facilmente após o corte, a pimenta longa pode ser colhida sem a necessidade de novos plantios, tornando-se a primeira forma de obtenção de safrol não destrutiva, com potencial para abastecer o mercado mundial, já que os níveis de produtividade de safrol alcançados apresentam competitividade no âmbito internacional (Silva, 1993).

Por se tratar de uma planta recentemente explorada, os materiais cultivados pelos produtores no estado do Acre foram selecionados a partir das procedências que compõe um Banco Ativo de Germoplasma (BAG) instalado na Embrapa Acre, considerando-se apenas o rendimento de óleo na matéria seca e teor de safrol no óleo essencial, não levando em consideração a produção de matéria seca e outras características agrônômicas desejáveis.

A estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos são imprescindíveis para o melhorista, fornecendo informações quanto à natureza e número de genes envolvidos no controle dos caracteres de interesse, permitindo a predição de ganhos com a seleção e também outras informações que auxiliam o melhorista na escolha da melhor estratégia de melhoramento a ser adotada (Ramalho et al., 1993). Para a pimenta longa tais informações são inexistentes, sendo necessário a sua obtenção para subsidiar o seu melhoramento genético.

Este trabalho teve por objetivo avaliar e selecionar genótipos de pimenta

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo Department for International Development – DFID.

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Acre.

<sup>3</sup> Engenheira Agrônoma, D.Sc., Bolsista CNPq/DCR.

longa possuidores de caracteres morfoagronômicos e agroindustriais desejáveis para a produção de óleo essencial com alto teor de safrol, bem como estimar parâmetros genéticos essenciais para o melhoramento da espécie.

## MATERIAL E MÉTODOS

No período de março a junho de 1999, foram realizadas excursões nas áreas de ocorrência de populações naturais de pimenta longa nos estados do Acre e Rondônia, onde foram coletadas sementes de plantas selecionadas com base nos seguintes critérios: presença espiguetas com sementes maduras, bom aspecto vegetativo e ausência de ataque de pragas e doenças. Das progênies coletas, 121 foram utilizadas na implantação de um ensaio no campo experimental da Embrapa Acre. O ensaio foi instalado a partir de mudas produzidas em casa de vegetação, que foram transplantadas para o campo em novembro de 1999. Foi utilizado o delineamento de látice triplo 11x11. Cada progênie foi representada por uma fileira linear contendo 7 plantas, no espaçamento 1,5 x 1,0 m, sendo consideradas como úteis as 5 plantas centrais. Foram avaliadas vários caracteres morfoagronômicas e agroindustriais, os quais foram utilizados no estudo da relação entre caracteres e nas estimativas de parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais.

Até o presente momento, foram realizados dois cortes, o primeiro em novembro de 2000 e o segundo em maio de 2001, e avaliados os caracteres: produção de matéria fresca total (PMFT), produção de matéria fresca de folhas (PMFF) e de ramos (PMFR), altura da planta no momento do corte, medida do nível do solo até a extremidade superior da planta (AP), diâmetro da copa, obtida medindo-se a área de projeção da copa da planta sobre a superfície do terreno (DC), número de ramos ortotrópicos (NRO) e rendimento de óleo essencial em relação a matéria seca (RBLU).

As análises de variâncias individuais para os caracteres avaliados em cada época de corte, bem como as estimativas de variância genética ( $\sigma_g^2$ ), variância fenotípica ( $\sigma_p^2$ ), herdabilidade média no sentido amplo ( $h_a^2$ ), coeficiente de variação genético (CVg), relação entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental (CVg/CVe) e correlação genotípica ( $r_g$ ) foram realizadas utilizando o programa GENES (Cruz, 1997).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro corte, verificaram-se diferenças significativas para todas as características avaliadas ( $P \leq 0,01$ ), indicando que existe variabilidade entre as progênies, o que é essencial para o melhoramento genético de plantas. A amplitude de variação e a média dos caracteres avaliados foram: PMFT (15,36 a 28,72 t/ha; 21,73 t/ha), PMFF (6,68 a 11,86 t/ha; 8,71 t/ha), PMFR (8,19 a 18,82

t/ha; 13,02 t/ha), NRO (1,69 a 8,54; 4,21), AP (1,73 a 2,31m; 2,06m) e DC (1,52 a 1,98m; 1,73m).

As médias e as estimativas de  $\sigma^2_g$ ,  $\sigma^2_e$ ,  $h^2_g$ , CVg e CVg/CVe estão apresentadas na Tabela 1. A herdabilidade no sentido amplo fornece a proporção da variância genética presente na variância fenotípica total. Desta forma, ela mede a confiabilidade do valor fenotípico como indicador do valor reprodutivo. Nesse sentido, a herdabilidade participa quase sempre de todas as fórmulas relacionadas com a predição de ganho dos métodos de melhoramento (Ramalho et al., 1993). Observa-se que as estimativas de herdabilidade média no sentido amplo ( $h^2_g$ ) variaram de 42,63% para o caráter PMFT a 89,57% para o caráter NRO, sendo que para PMFF, PMFR, AP e DC, as estimativas de  $h^2_g$  foram 47,90; 55,82; 64,36 e 88,92%, respectivamente. O CVg variou de 4,58% para o DC a 22,50% para NRO.

No segundo corte, também verificou-se diferenças significativas para todas as características avaliadas ( $P \leq 0,01$ ), confirmando a existência de variabilidade entre as progênies. A amplitude de variação e a média dos caracteres avaliados foram: PMFT (21,39 a 38,18 t/ha; 27,76 t/ha), PMFF (9,50 a 15,39 t/ha; 11,92 t/ha), PMFR (11,93 a 23,30 t/ha; 15,84 t/ha), NRO (15,43 a 23,62; 19,08), AP (1,71 a 2,60m; 1,96m), DC (1,25 a 2,26m; 1,96m) e RBLU (1,29 a 4,09%; 2,74%).

As estimativas de herdabilidade variaram de 37,39% para produção de matéria fresca total a 80,68% para rendimento de óleo essencial em relação a matéria seca (Tabela 1). Para os outros caracteres avaliados, as estimativas foram: número de ramos (52,29%), altura da planta (63,44%), diâmetro da copa (48,97%), produção de matéria fresca das folhas (50,80%) e produção de matéria fresca de ramos (40,52%). O CVg variou de 3,33% para o DC a 19,54% para RBLU.

As estimativas de  $h^2_g$  e CVg obtidas no 1º e 2º cortes indicam uma situação favorável a seleção de progênies com melhores características morfoagronômicas e agroindustriais desejáveis para a produção de safrol. Grande parte do safrol produzido pela planta encontra-se nas folhas, entretanto, apesar das estimativas de CVg de PMFF terem sido de 7,90 e 7,21% para o 1º e 2º corte, respectivamente, a estimativa obtida para RBLU no segundo corte foi elevada (19,54%), com CVg/CVe superior a unidade (1,44) e  $h^2_g$  de 80,68%. Como o RBLU tem grande contribuição no cálculo da produção de safrol, espera-se que as progênies irão apresentar elevada variabilidade genética para essa característica, facilitando a seleção de genótipos mais produtivos.

As estimativas das correlações genotípicas ( $r_g$ ) entre os caracteres avaliados estão apresentadas na Tabela 2. Observa-se que o RBLU é pouco influenciado pelos demais caracteres, já que as  $r_g$  foram muito baixas ou quase nulas. Isso era esperado, uma vez que o RBLU é uma característica de qualidade da biomassa seca produzida pela planta. A característica que apresentou maior

$r_G$  com a PMFF foi a PMFT (0,75), sendo que o NR, AP e DC apresentaram baixa  $r_G$  com a PMFF (0,19, 0,21 e 0,30, respectivamente). Esperava-se uma  $r_G$  maior do NR, AP e DC com a biomassa fresca de folhas, entretanto as plantas que apresentaram maior desenvolvimento vegetativo, tiveram a sua produção de folhas prejudicada pelo espaçamento utilizado (1,5 x 1,0 m), o que resultou em uma maior competição por luz entre as plantas, e queda das folhas localizadas, principalmente, na parte inferior da copa das plantas.

**Tabela 1. Estimativas de variância genética ( $\sigma_G^2$ ), variância fenotípica ( $\sigma_F^2$ ) e herdabilidade média no sentido amplo ( $h_a^2$ ), coeficiente de variação genético (CVg), relação entre o coeficiente de variação genético e o coeficiente de variação experimental (CVg/CVe) e médias de produção de matéria fresca total (PMFT), produção de matéria fresca de folhas (PMFF) e de ramos (PMFR), número de ramos ortotrópicos (NRO), altura da planta (AP), diâmetro da copa (DC) e rendimento de óleo essencial em relação a matéria seca (RBLU), obtidos em dois cortes. Rio Branco, AC, 2000/2001.**

Parâmetros	Cortes	Caracteres						
		PMFT	PMFF	PMFR	NRO	AP	DC	RBLU
$\sigma_G^2$	1º	2,9644	0,4733	2,2090	0,9000	0,0089	0,0079	-
	2º	3,9662	0,7395	2,1503	1,3385	0,0079	0,0022	0,2857
$\sigma_F^2$	1º	6,9540	0,9882	3,9571	1,0047	0,0139	0,0088	-
	2º	10,6089	1,4557	5,3064	2,5118	0,0124	0,0046	0,3542
$h_a^2$ (%)	1º	42,63	47,90	55,82	89,57	64,36	88,92	-
	2º	37,39	50,80	40,52	53,29	63,44	48,97	80,68
CVg (%)	1º	7,92	7,90	11,42	22,50	4,58	5,14	-
	2º	7,17	7,21	9,26	6,06	4,54	3,33	19,54
CVg/CVe	1º	0,50	0,55	0,65	1,69	0,78	1,64	-
	2º	0,45	0,59	0,47	0,62	0,76	0,57	1,44
Médias	1º	21,73	8,71	13,02	4,21	2,06	1,73	-
	2º	27,76 (t/ha)	11,92 (t/ha)	15,84 (t/ha)	19,08	1,96 (m)	1,42 (m)	2,73 (%)

**Tabela 2. Coeficientes de correlações genótípicas entre a produção de matéria fresca total (PMFT), produção de matéria fresca de folhas (PMFF) e de ramos (PMFR), número de ramos ortotrópicos (NRO), altura da planta (AP), diâmetro da copa (DC), e rendimento de óleo essencial (RBLU), obtidos no segundo corte. Rio Branco, AC, 2001.**

	PMFT	PMFF	PMFR	NRO	AP	DC	RBLU
PMFT	1,00	0,75	0,92	0,07	0,73	0,58	-0,12
PMFF		1,00	0,43	0,19	0,21	0,30	-0,01
PMFR			1,00	-0,02	0,87	0,61	-0,16
NRO				1,00	-0,29	0,05	0,01
AP					1,00	0,51	-0,12
DC						1,00	-0,05
RBLU							1,00

### CONCLUSÕES

1. Existe variabilidade genética entre as progênes para todas as características avaliadas.
2. As estimativas de  $h^2$ , CVg e CVg/CVe indicam uma situação favorável a seleção de progênes com características morfoagronômicas e agroindustriais desejáveis para a produção de safrol.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRUZ, C.D. **Programa GENES: aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa:UFV, 1997. 390p.

MAIA, J. G.; SILVA, M. L.; LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; RAMOS, L. S. Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. **Química Nova**, v.10, n.3, p.200-204, 1987.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações no melhoramento do feijoeiro. Goiânia:UFG, 1993. 271p.

ROCHA NETO, O.G.; OLIVEIRA JR.; CARVALHO, J.E.U. de; LAMEIRA, O.A. **Principais produtos extrativos da Amazônia**: e seus coeficientes técnicos. Brasília: IBAMA, Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais, 78p. 1999.

SILVA, M.H.L da. **Tecnologia de cultivo e produção racional de pimenta longa, *Piper hispidinervium* C. DC.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993. 120p. (Tese de Mestrado).

## SISTEMA DE ACASALAMENTO DE *P. hispidinervum* C.DC., EM UMA POPULAÇÃO NATURAL DE ASSIS BRASIL, AC

Lúcia H. O. Wadt<sup>1</sup>  
Paulo Y. Kageyama<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

O sistema de acasalamento de uma espécie é um dos fatores que afetam a distribuição da variabilidade genética da mesma (Hamrick, 1982), pois determina o modo de transmissão dos genes de uma geração para a outra. A maneira mais usual de se determinar o sistema de acasalamento é pela estimativa da taxa de cruzamento ( $t$ ).

A porcentagem de cruzamento que ocorre entre indivíduos de uma população contínua pode influenciar no isolamento de grupos dentro da população, pois baixas taxas de cruzamento reduzem o fluxo gênico entre vizinhos, contribuindo para diferenciação genética entre grupos (Crawford, 1984). Além desse efeito intrapopulacional, a taxa de cruzamento também afeta o fluxo gênico entre populações.

O balanço entre o sistema de acasalamento de uma espécie e a deriva genética é um fator muito importante a ser considerado quando da conservação ou manejo de recursos genéticos, pois populações pequenas, geralmente, sofrem depressão por endogamia. A endogamia é um mecanismo genético que leva à homozigose, causando, muitas vezes, a perda de adaptabilidade; por isso deve ser considerada com muito cuidado quando se pratica a domesticação de espécies.

A determinação da forma preferencial de acasalamento de uma espécie é de extrema importância para a definição de estratégias de coleta de germoplasma, tanto para fins de melhoramento quanto para domesticação, além de ser fundamental para a escolha do método de melhoramento mais adequado, pois existem métodos específicos para os diferentes sistemas reprodutivos (Dias & Kageyama, 1982).

O presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de se estimar o sistema preferencial de cruzamento e o coeficiente de endogamia, via marcador de DNA, de uma população natural de pimenta longa, no Vale do Acre.

<sup>1</sup>Eng. Ital., D.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, 69908-970, Rio Branco, AC.

<sup>2</sup>Eng. Ital., D. Sc., ESALQ/USP.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para o cálculo da taxa de cruzamento, foram avaliadas 25 famílias de pimenta longa de uma população natural de Assis Brasil, AC. De cada planta-mãe foram coletadas sementes para produção de mudas e constituição das progênes. Após três meses do plantio das mudas em campo, foram coletadas folhas de 15 indivíduos de cada família para análise de marcadores RAPD (Polimorfismo de DNA amplificado ao acaso); folhas das plantas-mãe também foram coletadas para análise.

Na análise RAPD foram utilizados nove *primers* da Operon Technologies (OP-D02, OP-D11, OP-D12, OP-B11, OP-AA11, OP-AA19, OP-AB01, OP-AB05 e OP-AB18). Os fenótipos RAPD das progênes e os genótipos maternos estimados com base nos filhos, foram analisados pelo programa MLDT (*Multilocus Estimation of Outcrossing with Dominant Markers*), desenvolvido por Ritland (1990), o qual estima a taxa de fecundação cruzada *multilocus* da população ( $tm$ ), a taxa de fecundação cruzada *singlelocus* ( $ts$ ), as frequências alélicas da população ( $pi$ ), o coeficiente de endogamia da geração parental ( $F$ ), a taxa de cruzamento preferencial entre indivíduos aparentados ( $tm - ts$ ), e a taxa de cruzamento para cada família.

Cada loco foi testado separadamente, por meio de teste qui-quadrado, quanto à aderência ao modelo misto de reprodução, sendo que locos cujo valor do qui-quadrado foi maior que 3,841 foram descartados da análise. A variância dos parâmetros avaliados foi estimada por 1.000 reamostragens (*bootstraps*) feitas dentro de famílias.

Os genótipos maternos foram utilizados para estimar o coeficiente de endogamia  $f$ , que corresponde à endogamia devido ao modo de reprodução.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os nove *primers* utilizados para esse estudo geraram 25 locos RAPD adequados para as estimativas do sistema de cruzamento da população de Assis Brasil (Tabela 1). Desses 25 locos, 16 aderiram ao modelo de sistema misto de reprodução, pelo teste qui-quadrado, sendo por isso utilizados no programa MLDT.

**Tabela 1. Primers utilizados para estimativas dos parâmetros populacionais do sistema de cruzamento da população natural de pimenta longa de Assis Brasil, com suas respectivas seqüências de bases nucleotídicas bem como o número de marcadores amplificados e analisados.**

Primer	Seqüência 5' – 3'	Marcadores RAPD	
		Ampl.	Analís.
OP-D02	GGACCCAACC	9	2
OP-D11	AGCGCCATTG	9	2
OP-D12	CACCGTATCC	5	3
OP-B11	GTAGACCCGT	10	5
OP-AA11	ACCCGACCTG	15	1
OP-AA19	TGAGGCCGTT	12	2
OP-AB01	CCGTCGGTAC	6	2
OP-AB05	CCCGAAGCGA	13	3
OP-AB18	CTGGCGTGTC	10	5
<b>Total</b>		<b>89</b>	<b>25</b>

As estimativas das taxas de cruzamento *multilocus* (*tm*) e *singlelocus* (*ts*) foram 1,033 e 1,139, respectivamente, evidenciando que a população estudada é preferencialmente alógama. A diferença *tm* - *ts* foi -0,096, indicando que os cruzamentos ocorrem preferencialmente entre indivíduos não-aparentados.

A estimativa do coeficiente de endogamia da geração parental (*F*) foi 0,05, não diferindo de zero e, portanto, evidenciando a condição de panmixia da população, ou seja, os cruzamentos são aleatórios e todos os indivíduos têm a mesma chance de trocarem genes entre si.

As estimativas de *tm* para as famílias evidenciam que o modo de reprodução por cruzamento é bastante consistente de família para família, pelo fato dos valores de *tm* maiores e menores do que 1,00 terem sido balanceado. Sete famílias apresentaram valores de *tm* iguais a 2,00, indicando problemas na estimativa da taxa de cruzamento dessas famílias.

As freqüências genotípicas dos indivíduos de pimenta longa amostrados na população natural de Assis Brasil (genótipos maternos) estiveram, de modo geral, dentro das freqüências esperadas para o equilíbrio de Hardy-Weinberg, a uma probabilidade de 5% (1.000 repetições de reamostragem). A estimativa do coeficiente de endogamia *f* não diferiu de zero, demonstrando, portanto, que não há endogamia na população analisada.

As estimativas de altas taxas de cruzamento, ausência de endogamia e preferência para cruzamentos entre indivíduos não-aparentados indicam a importância da diversidade genética para a espécie, pois, provavelmente, a depressão por endogamia deve ser elevada, o que levou esta espécie a desenvolver mecanismos biológicos para evitar a autofecundação. Assim, estratégias de cultivo que favorecem o aumento da endogamia devem ser evitadas.

## CONCLUSÕES

A taxa de cruzamento estimada para a população natural de Assis Brasil foi 1,033, evidenciando que a espécie é preferencialmente de fecundação cruzada;

Não foi evidenciado cruzamento bi-parental, sugerindo a existência de algum mecanismo biológico para evitar o cruzamento entre indivíduos aparentados ou uma distribuição espacial aleatória dos genótipos das plantas adultas;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRAWFORD, T.J. What is a population? In SHORROCKS, B. (ed.) **Evolutionary Ecology**. Oxford: Blackwell Sci., 1984. p.135-174.

DIAS, L.A. dos S. & KAGEYAMA, P.Y. Variação genética em espécies arbóreas e consequências para o melhoramento florestal. **Agrotrópica**, v.3, n.3, p.119-127. 1982.

HAMRICK, J.L. Distribution of genetic within and among natural forest population. In: CHAMBERS, S.M.; MACBIDE, B. & THOMAS, W.L. (Eds.) **Shonewald-cox**. 1982.

RITLAND, K. A series of FORTRAN computer programs for estimating plant mating systems. **J. Heredity**, v.82, p.235-237. 1990.

## VARIABILIDADE GENÉTICA ENTRE E DENTRO DE POPULAÇÕES NATURAIS DE *Piper hispidinervum* C. DC.

Lúcia H.O. Wadt<sup>1</sup>  
Paulo Y. Kageyama<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

*Piper hispidinervum*, denominada vulgarmente de pimenta longa, tem sido encontrada apenas no estado do Acre, em uma área de ocorrência restrita. Devido a este fato o processo de domesticação desta espécie deve levar em consideração suas características ecológicas e genéticas, havendo uma grande preocupação com a manutenção das populações naturais.

Esta espécie de pimenta longa apresenta características ecológicas peculiares que definem sua classificação como pioneira antrópica, pois é típica de ambientes abertos com incidência direta de luz, sendo adaptada a locais quentes (Almeida, 1999). As populações naturais são caracterizadas por muitos indivíduos, havendo um domínio sobre as demais espécies. Estudos sobre a produção e dispersão de sementes de *P. hispidinervum* revelaram que o isolamento de indivíduos ou das estruturas reprodutivas leva a uma queda na produção de sementes e que quanto maior a distância da planta-mãe, maior é o número de sementes dispersas (Silva e Oliveira, 2000).

A estrutura genética de uma espécie é dada pela combinação de vários fatores que definem a distribuição da variabilidade genética entre e dentro de populações. Em populações naturais, esta distribuição é influenciada pelo modo de reprodução, sistema de acasalamento, tamanho da população, distribuição geográfica e fluxo gênico (Hamrick, 1982). O conhecimento da estrutura genética de uma espécie é fundamental para o bom manejo e/ou domesticação da mesma, pois só é possível manter a diversidade genética de uma espécie manipulando-a conforme suas características genéticas e ecológicas. Por outro lado, a manipulação de uma espécie sem os devidos cuidados pode levar a consequências desastrosas.

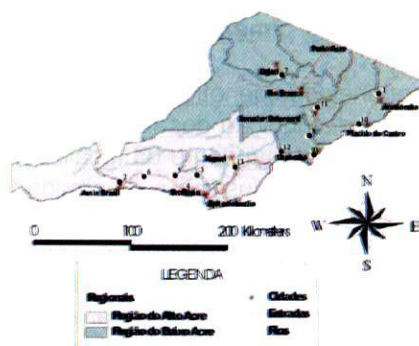
Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar, via marcador de DNA (RAPD - Polimorfismo de DNA amplificado ao acaso), a estrutura genética de populações naturais de *P. hispidinervum* no Vale do Rio Acre.

<sup>1</sup>Eng. Ital., D.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, 69908-970, Rio Branco, AC.

<sup>2</sup>Eng. Ital., D. Sc., ESALQ/USP.

## MATERIAL E MÉTODOS

Treze populações naturais de pimenta longa, distribuídas em oito municípios do Vale do Acre foram avaliadas (Figura 1). Dentro de cada população foram amostrados, aleatoriamente, 23 indivíduos, coletando-se de cada um quatro folhas jovens totalmente expandidas, as quais foram secas em sílica gel. O material vegetal coletado foi enviado para o Laboratório de Reprodução e Genética de Espécies Arbóreas (LARGEA) da ESALQ/USP para análise de marcadores RAPD. O protocolo utilizado foi o proposto por Ferreira & Grattapaglia (1996), sendo utilizado oito *primers* das séries A, B, C e D da Operon Technologies.

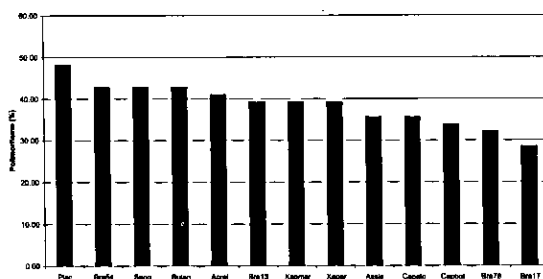


**Fig. 1. Mapa do vale do Rio Acre, localizando as populações naturais de pimenta longa avaliadas.**

Marcadores consistentes para todas as populações foram avaliados pela presença (1) e ausência (0) de bandas, obtendo-se uma matriz de fenótipos RAPD. Os dados obtidos foram utilizados para cálculos da porcentagem de polimorfismo total e para cada população; das distâncias genéticas entre pares de populações e; da distribuição da variabilidade genética entre e dentro de populações e regiões. As estimativas das distâncias genéticas e da distribuição da variabilidade genética entre populações foram feitas pela Análise da Variância Molecular (AMOVA) e o agrupamento das distâncias genéticas entre pares de populações foi feito pelo método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method Arithmetical Means*), sendo visualizado na forma de dendrograma.

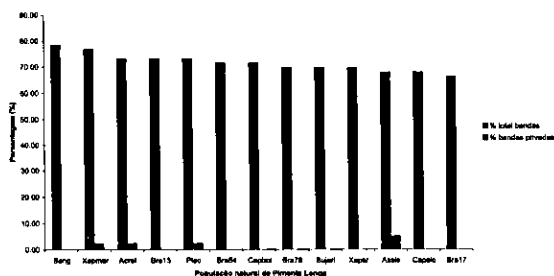
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 56 marcadores RAPD analisados 78,57% foram polimórficos para todas as populações, demonstrando uma alta variabilidade genética para a espécie. No entanto, o nível de polimorfismo em cada população foi baixo (Figura 2) sugerindo uma certa diferenciação entre as populações.



**Fig. 2. Porcentagem de marcadores RAPD polimórficos em cada população natural de pimenta longa avaliada no Vale do Acre.**

Embora a homogeneidade genética dentro das populações tenha sido elevada, observa-se que a distribuição dos marcadores entre as populações foi praticamente constante e independente da localização geográfica, sendo observado poucos marcadores exclusivos a determinada população (Figura 03). Acredita-se que essa elevada taxa de monomorfismo se deva a ocorrência de alelos raros e alguns privados a determinadas populações e não à homogeneidade genética entre indivíduos da mesma população, pois se a constituição genética das populações é muito diferente, espera-se que ocorra vários locos monomórficos para ausência de bandas em algumas populações.

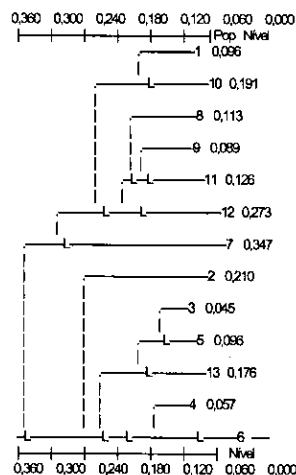


**Fig. 3. Distribuição dos marcadores RAPD em cada população natural de pimenta longa avaliada, indicando a porcentagem de marcadores RAPD presente na população em relação ao total de marcadores avaliados e a porcentagem de marcadores exclusivos a cada população, em relação ao número total de marcadores presentes na população.**

O agrupamento genético das populações resultou em dois grupos distintos (Figura 04), os quais correspondem às duas regiões geopolíticas do Vale do Acre: o Alto Acre e o Baixo Acre. Este agrupamento revelou ainda uma



tendência das populações se agruparem de acordo com suas localizações geográficas, evidenciando uma estruturação da variabilidade genética das populações no espaço. A análise da correlação entre as distâncias genéticas e geográficas de cada par de população foi altamente significativa ( $r=0,77$ ;  $p<0,001$ ), confirmando esta estruturação da variabilidade genética no espaço.



**Fig. 4. Dendrograma do agrupamento das distâncias genéticas ( $D_{ST}$ ) entre pares de populações, pelo método UPGMA. Pop 1: Acrelândia; Pop 2: Assis Brasil; Pop 3: Brasília, ramal 13 da BR 317; Pop 4: Brasília, ramal 17 da BR 317; Pop 5: Brasília, ramal 54 da BR 317; Pop 6: Brasília, ramal 78 da BR 317; Pop 7: Bujari; Pop 8: Capixaba, alcobaça; Pop 9: Capixaba, ramal Bolívia; Pop 10: Plácido de Castro; Pop 11: Senador Guimard; Pop 12: Xapuri, Araci; Pop 13: Xapuri, Marcos.**

A AMOVA revelou que a maior parte da variação genética total de *P. hispidinervum* está dentro de populações, porém cerca de 28% dessa variação esteve entre populações o que não seria esperado para uma espécie considerada de fecundação cruzada com dispersão de sementes a longas distâncias (Loveless & Hamrick, 1984). Acredita-se que esta diferenciação observada entre populações e regiões seja devido a fatores da história de vida das populações e não a uma restrição no fluxo gênico. Provavelmente, o modo de dispersão das sementes de pimenta longa resulta na formação de populações densas cuja origem genética é bastante restrita, e como o banco de sementes no solo não é permanente e a germinação das mesmas depende da incidência direta de luz (Almeida, 1999), o estabelecimento de novas plantas na mesma população fica dificultado. Esta dinâmica de colonização e

estabelecimento da pimenta longa deve resultar na diferenciação genética das populações que com o passar do tempo vão se tornando mais homogêneas devido ao fluxo gênico, embora esse tempo seja muito mais longo do que para outras espécies.

## CONCLUSÕES

A espécie *Piper hispidinervum* apresentou altos níveis de diversidade genética e uma estrutura genética espacial que se enquadra no modelo de isolamento por distância;

A diferenciação genética entre populações dentro de regiões e entre regiões foi elevada, podendo ser explicada por um provável efeito fundador e/ou diferentes dinâmicas evolutivas das populações;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M.C. Banco de sementes e simulação de clareiras na germinação de Pimenta Longa (*Piper hispidinervum* C.DC.). Rio Branco, 1999. 60p. Dissertação (M.S.) – Universidade Federal do Acre.

FERREIRA, M.E. & GRATTAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 2. ed. Brasília: CENARGEN/EMBRAPA, . 1996. 220p.

HAMRICK, J.L. Distribution of genetic whitin and among natural forest population. In: CHAMBERS, S.M.; MACBIDE, B. & THOMAS, W.L. (Eds.) **Shonewald-cox**. 1982.

LOVELESS, M.D. & HAMRICK, J.L. Ecological determinants of genetic structure in plant populations. *Ann. Rev. Ecol. Syst.* v.15, p.65-95, 1984.

SILVA, A.C.P.R.da & OLIVEIRA, M.N.de. Produção e dispersão de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*). Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 14p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa, 24).

## AVALIAÇÃO DA DIVERSIDADE GENÉTICA DA COLEÇÃO DE GERMOPLASMA DE PIMENTA LONGA DA EMBRAPA ACRE

Lúcia H. O. Wadt<sup>1</sup>  
Paulo Y. Kageyama<sup>2</sup>  
Elza M. Ferraz<sup>3</sup>

### INTRODUÇÃO

Em 1992, a Embrapa Acre e o Museu Emílio Goeldi, deram início a um estudo de prospeção de pimenta longa, visando o zoneamento e caracterização de *habitats* naturais no estado do Acre (Pimentel et al., 1998). Como resultado desse trabalho, foram encontradas duas espécies: *Piper hispidinervum* e *Piper aduncum*, muito semelhantes botanicamente, porém somente a primeira apresentou altos teores de safrol no óleo essencial. *P. hispidinervum* foi encontrada somente no Vale do Acre e *P. aduncum* foi mais abundante nos Vales do Juruá e Purus, ocorrendo também no Vale do Acre.

Posteriormente, em 1994, a Embrapa Acre iniciou um subprojeto de pesquisa para coleta de material genético, implantação de uma coleção de germoplasma e identificação de genótipos superiores quanto ao rendimento de safrol. Nesse trabalho, foi identificada uma terceira espécie (*Piper hispidum*), também conhecida como pimenta longa, porém sem interesse comercial para a extração de safrol. Além das espécies citadas, foram coletados exemplares que não puderam ser identificados botanicamente.

Os resultados de teores de safrol para as três espécies identificadas foram os seguintes: *P. hispidinervum*, com 87 a 97% de safrol; *P. aduncum*, com teores de safrol variando de 0,10 a 3,24%; e *P. hispidum* com menos de 0,5% (Silva & Oliveira, 2000).

Um estudo sobre a composição química do óleo essencial extraído dos indivíduos procedentes de Tarauacá, demonstrou uma baixa proporção de safrol (18,4%) sendo o componente mais abundante o sarisan, com 74,3%. Devido a esses resultados, os autores sugerem uma revisão na classificação dessas plantas e enquanto não se tem resultados definitivos, os mesmos propõem a denominação de *Piper affinis hispidinervum* (Bizzo et al., no prelo).

<sup>1</sup>Eng. Ital., D.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, 69908-970, Rio Branco, AC.

<sup>2</sup>Eng. Ital., D. Sc., ESALQ/USP.

<sup>3</sup>Bióloga, B.Sc., ESALQ/USP.

Este trabalho teve como objetivo caracterizar e avaliar a diversidade genética, via marcador RAPD, dos acessos presentes na Coleção de Trabalho de Pimenta Longa da Embrapa Acre (CTPL).

## MATERIAL E MÉTODOS

A CTPL é formada por clones das três espécies de pimenta longa (Oliveira & Lunz, 1996), sendo variável o número de clones por genótipo. Quando foi feita a coleta do material para esse estudo, haviam 49 genótipos procedentes de 13 municípios do estado do Acre (Tabela 1).

A caracterização genética foi feita na ESALQ/USP, usando marcador de DNA amplificado ao acaso (RAPD), segundo metodologia proposta por Ferreira e Grattapaglia (1996) com iniciadores das séries A, B e C da Operon Technologies.

A leitura das bandas foi feita pela presença (1) e ausência (0), sendo que bandas de mesmo tamanho e intensidade muito distintas foram consideradas diferentes. A planilha com os fenótipos RAPD foi usada para cálculos de similaridade de Jaccard com posterior agrupamento pelo método UPGMA (*Unweighted Pair Group Method Arithmetical Means*). Com base nos agrupamentos, definiu-se um grupo para cada espécie e genótipos cuja identificação botânica estava definida foram utilizados para detectar marcadores diagnósticos para *P. hispidinervum* e *P. aduncum*. O critério para definição de um marcador diagnóstico foi sua presença em pelo menos 90% dos genótipos da espécie e completa ausência nas demais espécies.

**Tabela 1. Caracterização dos acessos da Coleção de Trabalho de Pimenta Longa da Embrapa Acre.**

Cod.	Acesso	Espécie	Procedência	Óleo (%)	Safrol (%)
1	B 014	não identificado	Plác. de Castro	3,59	91,87
2	B 015	<i>P. hispidinervum</i>	Plác. de Castro	2,88	95,09
3	B 016	<i>P. hispidinervum</i>	Plác. de Castro	3,05	96,30
4	B 017	<i>P. hispidinervum</i>	Plác. de Castro	3,15	95,04
5	B 018	<i>P. hispidinervum</i>	Plác. de Castro	3,02	95,16
6	B 019	<i>P. hispidinervum</i>	Plác. de Castro	2,92	95,79
7	B 034	<i>P. hispidinervum</i>	Acrelândia	2,04	91,46
8	B 040	<i>P. hispidinervum</i>	Sen. Guiomard	2,54	90,56
9	B 042	<i>P. hispidinervum</i>	Sen. Guiomard	2,07	93,87
10	B 043	<i>P. hispidinervum</i>	Sen. Guiomard	2,37	94,02
11	B 044	<i>P. hispidinervum</i>	Sen. Guiomard	2,46	96,47
12	B 045	<i>P. hispidinervum</i>	Sen. Guiomard	2,07	92,58
13	B 046	<i>P. hispidinervum</i>	Sen. Guiomard	2,07	90,39
14	B 047	não identificado	Porto Acre	-	-
15	B 050	<i>P. hispidinervum</i>	Porto Acre	2,61	94,31
16	B 051	<i>P. hispidinervum</i>	Porto Acre	2,00	93,59
17	B 052	<i>P. hispidinervum</i>	Bujari	3,54	92,87
18	B 053	não identificado	Bujari	3,57	-
19	B 067	<i>P. hispidinervum</i>	Brasiléia	2,81	91,18
20	B 075	não identificado	Brasiléia	5,27	94,63
21	B 080	não identificado	Assis Brasil	5,05	-
22	B 084	não identificado	Sen. Guiomard	4,58	94,01
23	B 086	não identificado	Sen. Guiomard	4,00	95,06
24	B 090	<i>P. hispidinervum</i>	Assis Brasil	3,37	96,02
25	B 100	<i>P. hispidinervum</i>	Bujari	3,41	96,50
26	B 103	<i>P. hispidinervum</i>	Bujari	3,48	96,97
27	B 109	<i>P. aduncum</i>	Cruzeiro do Sul	3,67	Traços
28	B 110	<i>P. aduncum</i>	Cruzeiro do Sul	3,59	0,17
29	B 111	<i>P. aduncum</i>	Cruzeiro do Sul	3,55	0,10
30	B 112	<i>P. aduncum</i>	Cruzeiro do Sul	2,82	3,24
31	B 113	<i>P. aduncum</i>	Cruzeiro do Sul	5,68	1,03
32	B 114	<i>P. aduncum</i>	Cruzeiro do Sul	3,95	Traços
33	B 115	<i>P. aduncum</i>	Mâncio Lima	4,39	Traços
34	B 116	<i>P. aduncum</i>	Mâncio Lima	4,85	Traços
35	B 117	<i>P. aduncum</i>	Rodrigo Alves	4,83	Traços
36	B 118	<i>P. aduncum</i>	Rodrigo Alves	3,57	Traços
37	B 119	<i>P. aduncum</i>	Rodrigo Alves	3,68	Traços
38	B 120	<i>P. aduncum</i>	Rodrigo Alves	3,58	0,15
39	B 121	<i>P. aduncum</i>	Rodrigo Alves	4,32	0,08
40	B 127	<i>P. hispidum</i>	Feijó	1,33	0,14
41	B 137	não identificado	Tarauacá	4,49	15,33
42	B 138	não identificado	Tarauacá	3,99	40,87
43	B 139	não identificado	Tarauacá	4,04	18,43
44	B 141	não identificado	Tarauacá	3,47	4,64
45	B 142	não identificado	Tarauacá	4,94	28,14
46	B 144	não identificado	Tarauacá	3,87	24,65
47	B 145	não identificado	Bujari	4,37	92,44
48	B 147	não identificado	Xapuri	5,37	87,26
49	B 148	não identificado	Xapuri	1,66	0,00

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

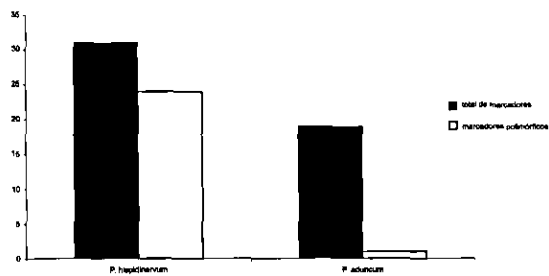
Dos 60 iniciadores testados, 16 foram selecionados e só 6 considerados bons para leitura, os quais geraram 66 marcadores, com 96,97% de polimorfismo. O alto grau de polimorfismo foi devido a análise geral de diferentes espécies, pois analisando-se as espécies separadamente observa-se que *P. aduncum* foi quase monomórfico (Figura 1). Este resultado indica um comportamento reprodutivo distinto entre as duas espécies, evidenciando que, provavelmente, *P. aduncum* seja uma espécie de autopolinização.

A análise das similaridades genéticas entre os acessos resultou em três grandes grupos (Figura 2), os quais podem ser considerados correspondentes às três espécies. Dos dezesseis acessos não identificados (tabela 1), nove se mostraram similares aos acessos de *P. hispidinervum*; seis formaram um subgrupo dentro do grupo de *P. hispidinervum*, sendo todos procedentes de Tarauacá; e um acesso se mostrou distinto dos demais (B 148). O acesso B 113 estava identificado como *P. aduncum* mas trata-se de *P. hispidinervum*.

Conclusões definitivas sobre a espécie de sete acessos não foram possíveis, porém nove acessos não identificados puderam ser classificados como *P. hispidinervum*.

Com base na análise das frequências dos marcadores em cada espécie, pôde-se identificar marcadores diagnósticos para *P. hispidinervum* e *P. aduncum* (Figura 3). Quatro marcadores diagnósticos foram identificados para *P. hispidinervum* e nove para *P. aduncum*. Todos os marcadores diagnósticos para *P. hispidinervum* foram encontrados nos genótipos de Tarauacá com frequência 1,00, porém três marcadores RAPD foram exclusivos desses genótipos.

Embora a variabilidade genética representada na Coleção de Trabalho de Pimenta Longa da Embrapa Acre tenha sido alta, existe a necessidade de se estruturar melhor essa coleção, pois para a espécie *P. aduncum*, pode-se dizer que não existe variabilidade genética, sendo necessário novas coletas de germoplasma dessa espécie, buscando genótipos em diferentes regiões.



**Fig. 1.** Marcadores amplificados e polimórficos para as espécies *P. hispidinervum* e *P. aduncum*.

**Fig. 2. Dendrograma da similaridade de Jaccard entre os genótipos, pelo método UPGMA.**

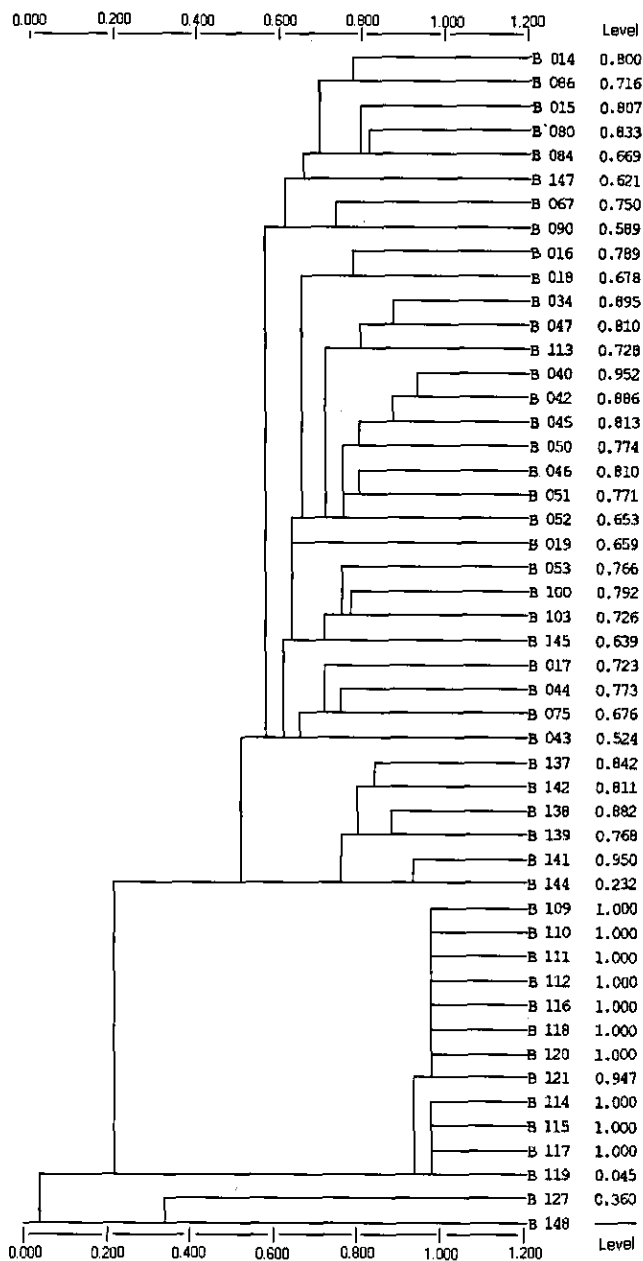
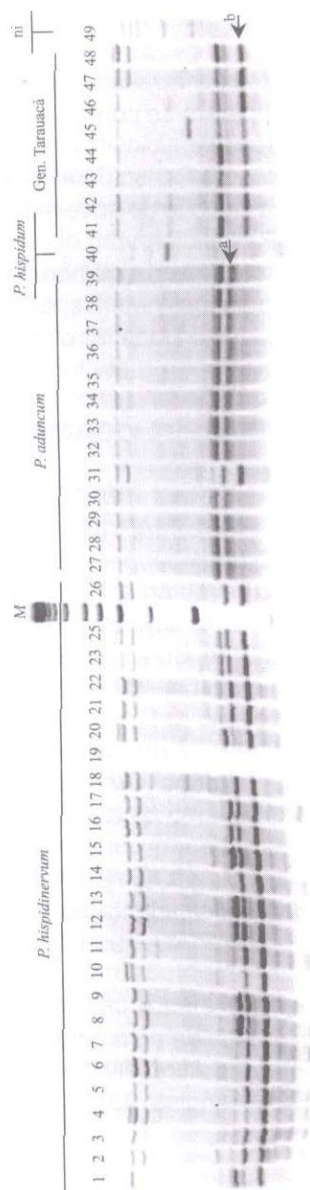




Fig. 3. Padrão de bandas obtido com o iniciador OP-B12. Os números de 1 a 49 indicam os genótipos e as setas *a* e *b* indicam marcadores diagnósticos para *P. aduncum* e *P. hispidinervum*, respectivamente.



## CONCLUSÕES

A diversidade genética representada na Coleção de Germoplasma de Pimenta Longa da Embrapa Acre foi elevada;

Nove genótipos de pimenta longa, da coleção de germoplasma, sem identificação botânica quanto à espécie, mostraram-se semelhantes geneticamente à *Piper hispidinervum*.

Seis genótipos procedentes de Tarauacá, denominados botanicamente por *P. affinis hispidinervum*, agruparam-se com *P. hispidinervum*, sendo considerados como ecótipos dessa espécie;

*P. aduncum*, *P. hispidinervum* e *P. hispidum* foram bem diferentes geneticamente, sendo possível a identificação de nove marcadores diagnósticos para *P. aduncum* e quatro para *P. hispidinervum*.

Coletas de germoplasma para fins de melhoramento devem ser feitas no maior número possível de populações naturais, evitando-se populações próximas geograficamente, a fim de se amostrar o máximo da variabilidade genética existente na espécie;

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIZZO, H.R.; LOPES, D.; ABDALA, R.V.; PIMENTEL, F.A.; SOUZA, J.A. de; PEREIRA, M.V.G.; BERGTER, L. & GUIMARÃES, E.F. Sarisan from leaves of *Piper affinis hispidinervum* C.DC. (long pepper). No prelo.

FERREIRA, M.E. & GRATAPAGLIA, D. Introdução ao uso de marcadores moleculares em análise genética. 2. ed. Brasília: CENARGEN/EMBRAPA, 1996. 220p.

OLIVEIRA, M.M. & LUNZ, A.M.P. Coleta, conservação, caracterização e avaliação de genótipos de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) no estado do Acre. Rio Branco: EMBRAPA, 1996. 4p. (Pesquisa em Andamento, 86).

PIMENTEL, F.A.; PEREIRA, J.B.M. & OLIVEIRA, M.N. de. Zoneamento e caracterização de habitats naturais de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) no Acre. Rio Branco: EMBRAPA – CPAF/AC, 1998. 17p (Embrapa – CPAF/AC. Boletim de Pesquisa, 20).

SILVA, A.C.P.R.da & OLIVEIRA, M.N.de. Caracterização botânica e química de três espécies do gênero *Piper* no Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 13p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa, 23).

# **CARACTERIZAÇÃO E AVALIAÇÃO PRODUTIVA DE UMA POPULAÇÃO NATIVA DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C.DC) NO SERINGAL CACHOEIRA, AC**

Elias Melo de Miranda<sup>1</sup>

## **INTRODUÇÃO**

A pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC) é um arbusto da família Piperaceae, com cerca de cinco metros de altura, encontrado em condições silvestres no vale do rio Acre, ocorrendo normalmente em áreas que sofreram ação antrópica, apresentando características de planta pioneira (Silva, 1993; Pimentel et al., 1998a; Silva & Oliveira, 2000). A exploração do safrol, extraído de folhas e ramos secundários desta planta, pode constituir-se numa atividade rentável para os produtores rurais, pois a espécie vem despertando grande interesse de empresas nacionais e internacionais, processadoras de óleos essenciais.

O safrol é um fenil éter que ocorre como componente volátil em algumas plantas. Em sua forma mais pura, à temperatura ambiente, é um líquido viscoso de aroma canforáceo (Maia, 1987). É um componente aromático empregado pela indústria química como matéria-prima na manufatura de heliotropina, um importante fixador de fragrâncias, e butóxido de piperonila (PBO), usado como agente sinérgico nos inseticidas naturais (Castro & Poveda, 1983).

O safrol concentra-se nas folhas e ramos secundários, sendo extraído por meio de arraste de vapor seco, o que torna o sistema de produção para obtenção do produto bastante simples. Isto, aliado à rusticidade, precocidade e facilidade de manejo da cultura, faz crer que o beneficiamento utilizando microdestiladores caseiros, poderá ser viável em nível de pequenos produtores rurais, especialmente se forem reunidos em associações ou cooperativas.

A pimenta longa ainda é uma espécie praticamente desconhecida do ponto de vista científico, existindo poucos trabalhos sobre o cultivo dessa planta. Apesar do pouco conhecimento gerado sobre a cultura, Rocha Neto et al. (1999) apresentaram os coeficientes técnicos para o seu cultivo, mostrando a viabilidade econômica do empreendimento.

O conhecimento da autoecologia da espécie é de fundamental importância para esta proposição e para o desenvolvimento de técnicas de manejo que permitam o aproveitamento deste valioso recurso. O objetivo deste trabalho foi determinar algumas características demográficas, ecológicas e produtivas de uma população de pimenta longa, em área de ocorrência natural

<sup>1</sup>Eng. agrôn., M.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, 69908-970, Rio Branco, AC, elias@cpafac.embrapa.br

e avaliar a possibilidade do seu manejo para a produção de óleo essencial com alto teor de safrol.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram desenvolvidos no Projeto de Assentamento Extrativista Chico Mendes (Seringal Cachoeira), localizado a 30 km da sede do Município de Xapuri, com acesso pela rodovia BR-317. Foi selecionada uma área de capoeira de 2,0 ha, originária de um roçado tradicional, que encontrava-se em pousio por aproximadamente dez anos, onde a população de pimenta longa era dominante. A população foi inventariada por meio de uma amostragem aleatória simples (Cochran, 1977), com 24 parcelas de 10 x 10 m, correspondendo a uma intensidade amostral de 12%. Dentro de cada parcela foi contado o número de indivíduos da espécie e medidos altura, diâmetro basal, diâmetro de copa e peso da biomassa fresca de folhas e ramos secundários das plantas. Foram coletadas amostras de folhas e ramos secundários de plantas de pimenta longa, para a determinação do teor de safrol e o rendimento de óleo em base úmida e seca.

Após a primeira avaliação da população foram realizadas amostragens a cada oito meses, por mais dois anos, a fim de determinar a reação da espécie ao manejo e sua resposta em termos de produção de biomassa. Os rendimentos obtidos foram avaliados usando o teste não paramétrico de Wilcoxon para a comparação das médias (Hollander & Wolfe, 1973).

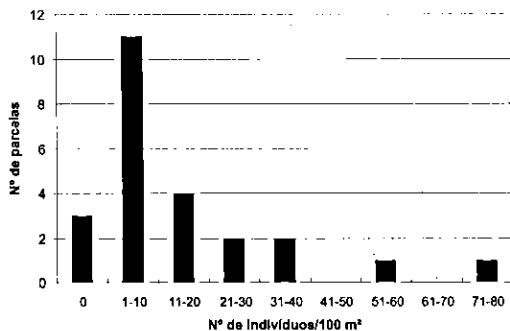
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O inventário constatou a presença de 365 indivíduos na área amostrada, o que corresponde a uma densidade de um indivíduo a cada 6,58m<sup>2</sup> e uma média de 15,2 indivíduos/100 m<sup>2</sup>, com limite de confiança de  $\pm 7,8$  indivíduos, o que corresponde a um erro amostral de 51%. Desta forma, a distribuição demográfica da espécie na área estudada mostrou alta variabilidade, evidenciada por um coeficiente de variação de 125%, sendo esta uma característica intrínseca à população.

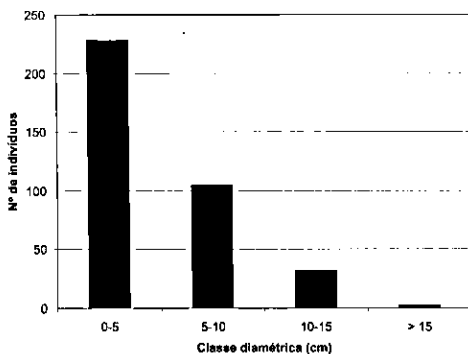
Dentre as 24 unidades amostrais, três apresentaram-se vazias, ou seja, sem a presença de indivíduos da espécie em estudo, e a parcela de maior densidade apresentou um total de 71 indivíduos. A frequência de plantas por parcela distribuídas por classes de número de indivíduos/100 m<sup>2</sup> aproxima-se da distribuição binomial negativa (Figura 1), que caracteriza-se por apresentar a variância maior que a média, devido ao padrão de distribuição da população na área ser do tipo agregado (Ludwig & Reynolds, 1988; Matteucci & Colma, 1982).

A população apresentou as seguintes médias para as variáveis de

crescimento avaliadas: altura 5,07 m, diâmetro basal 6,31 cm e diâmetro de copa 2,10 m. A estrutura demográfica da população, quanto ao diâmetro basal, apresentou a distribuição mostrada na Figura 2, onde verifica-se a presença de um maior número de indivíduos nas classes de menor diâmetro, sugerindo que a população, aparentemente coetânea, apresenta regeneração abundante, o que pode constituir-se numa vantagem para o manejo da espécie.



**Fig. 1. Histograma de freqüência de plantas por classe de número de indivíduos de uma população nativa de pimenta longa, no Seringal Cachoeira, em Xapuri-AC.**



**Fig. 2. Distribuição diamétrica de uma população nativa de pimenta longa, no Seringal Cachoeira, em Xapuri-AC.**

A média de teor de safrol na população foi superior a 92%, tendo como valores extremos 84,88 e 98,22%. As plantas mostraram pouca variabilidade para esse caráter, com coeficiente de variação de apenas 2,38%. Esta população também apresentou um bom rendimento de óleo em base seca, com uma média de 3,5%, e um coeficiente de variação 28,57%. Estes índices mostram um alto rendimento dos caracteres associados à produção, o que pode facilitar o manejo da população para fins extrativos.

Observou-se uma redução sucessiva na produção de biomassa, após os três cortes realizados (Tabela 1). Uma provável explicação reside no fato de no primeiro corte haver mais biomassa acumulada, especialmente nas plantas mais velhas (de maior diâmetro basal), as quais apresentavam copas mais volumosas. Nos cortes subsequentes verificou-se a ocorrência de mortalidade entre as plantas de maior diâmetro basal, o que contribuiu para a redução da produção de biomassa na área em estudo. A mortalidade das plantas mais velhas após o corte foi atribuída ao estado de senescência destes indivíduos e ao ataque de térmitas.

**TABELA 1. Estimativa de produção de biomassa e óleo essencial em uma área de população nativa de pimenta longa ao longo de três cortes consecutivos, no seringal Cachoeira, em Xapuri, AC.**

Variável	Rendimento (kg/ha)			
	1996	1997	1998	Média
Biomassa fresca	1811,00	1272,31	1054,14	1379,15
Biomassa seca	452,75	318,08	263,53	344,79
Óleo essencial	16,00*	11,13*	9,22*	12,11*

\*Considerando o rendimento médio de 3,5% da biomassa seca. Densidade do safrol  $\cong$  1,0 kg/l.

Apesar de se observar uma queda anual no rendimento, existe diferença significativa ( $p < 0,05$ ) apenas entre a média obtida em 1996 (16,00 kg/ha) quando comparada com a de 1998 (9,22 kg/ha), pelo teste não paramétrico de Wilcoxon. Como por ocasião do primeiro corte havia um maior acúmulo de biomassa e não foi encontrada diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre o segundo e terceiro cortes, não há evidências de que os rendimentos se manterão decrescentes, pelo menos a curto prazo.

O rendimento médio de óleo essencial da população no período do estudo, estimado em 12,11 kg/ha/ano (Tabela 1), representa somente cerca de 15,1% do rendimento obtido em área de cultivo, considerando a média de 80 kg/ha/corte, obtida em Extrema, RO. Isto representa um rendimento cerca de 6,6 vezes menor, o que é coerente com a diferença de densidade das plantas nos dois sistemas, ou seja, 1.500 plantas/ha estimada para a população em estudo (sistema extrativo) e 10.000 plantas/ha usando o espaçamento de 1 x 1 m, recomendado para o cultivo da pimenta longa (Pimentel et al., 1998b). Estes dados sugerem que o rendimento médio de biomassa por planta não difere, em termos relativos, nos dois sistemas de exploração.

## CONCLUSÕES

A população de pimenta longa estudada apresentou como característica demográfica um padrão de distribuição espacial tipo agregado, frequência variando de zero a 71 indivíduos/100 m<sup>2</sup>, com média de 15,2.

O teor médio de umidade da matéria fresca foi de 75% e o rendimento de óleo da matéria seca de 3,5%, com teor de safrol superior a 92%, portanto, acima do limite mínimo (90%) exigido pela indústria.

A espécie apresentou regeneração abundante e alta capacidade de rebrota após o corte. A produtividade média de óleo essencial em três cortes realizados, com intervalo de oito meses, foi de 12,11 kg/ha, considerando a densidade de 1.500 plantas/ha.

Apesar das características ecológicas favoráveis ao manejo, a população apresentou como desvantagem o estado de senescência de alguns indivíduos, elevando o índice de mortalidade após o corte;

Recomenda-se para fins extrativos o manejo de populações mais jovens com alta densidade, bem como avaliar a possibilidade de adensamento por meio da regeneração natural e/ou do enriquecimento com plantio de mudas na área. Isso pode elevar o rendimento de biomassa e viabilizar a exploração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, C.; Poveda, L. 1983. Piper auritum H.B.K: estudio preliminar de aceite esencial de sus hojas. Ins. Cienc. Quim. Prod. Nat., 7(1/2):24-25.
- Cochran, W.G. 1977. Sampling Technoques. 3th ed. Wiley, New York. 428p.
- Hollander, M.; Wolfe, D.A. 1973. Nonparametric Statical Methods. Wiley, New York. 503p.
- Ludwig, J.A.; Reynolds, J.F. 1988. Statistical Ecology. A Primer on Methods and Computing. Wiley, New York. 337p.
- Maia, J.G. 1987. Espécies de Piper da Amazônia ricas em safrol. Química Nova, 10(3):200-204.

- Matteucci, S.D.; Colma, A. 1982. Metodologia para el Estudio de la Vegetación. OEA, Washington, D.C. 169p.
- Pimentel, F.A.; Pereira, J.B.M.; Oliveira, M.N. 1998a. Zoneamento e caracterização de habitats de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) no Acre. Boletim de Pesquisa, 20. Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco, Acre. 17p.
- PIMENTEL, F.A.; Sousa, M.M.M.; Sá, C.P.; Cabral, W.G.; Silva, M.R.; Pinheiro, P.S.N.; Bastos, R.M. 1998b. Recomendações básicas para o cultivo de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) no Estado do Acre. Circular Técnica, 28. Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco, Acre. 14p.
- ROCHA NETO, O.G.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; CARVALHO, J.E.U.; LAMEIRA, O.A. 1999. Principais produtos extrativos da Amazônia e seus coeficientes técnicos. IBAMA-Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais, Brasília. p.41-47.
- SILVA, M.H.L. 1993. Tecnologia de cultivo e produção racional da Pimenta longa (*Piper hispidinervum*). Dissertação de Mestrado, UFRRJ, Itaguaí, Rio de Janeiro. 87p.
- SILVA, A.C.P.R.; OLIVEIRA, M.N. 2000. Produção e dispersão de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervum*). Boletim de Pesquisa, 24. Embrapa-CPAF/AC, Rio Branco, Acre. 14p.



**TEMA II**  
**Manejo Cultural**

## EFEITO DA ÉPOCA E DA FREQUÊNCIA DE CORTE DA PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum*) NO RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL<sup>1</sup>

Celso Luís Bergo<sup>2</sup>; Marcos Rocha da Silva<sup>3</sup>

### INTRODUÇÃO

A pimenta longa é uma planta pioneira pertencente à família Piperaceae encontrada naturalmente como vegetação secundária nos campos de pastagens no Estado do Acre (Rocha Neto et al. 1999).

A espécie *Piper hispidinervum* se caracteriza pela produção de um óleo essencial com alto teor de safrol, produto que após transformações químicas industriais é usado na produção de perfumarias, cosméticos e inseticidas.

O consumo mundial de safrol excede 3.000 toneladas/ano e a planta originalmente fornecedora deste componente, a canela sassafrás (*Ocotea pretiosa* Mezz) foi proibida de exploração, pois o processo era destrutivo e a espécie encontra-se em vias de extinção

Diante desta perspectiva, a pimenta longa vem despertando grande interesse como fonte alternativa e natural do safrol, não só de pequenos e médios produtores da região, na busca de novas opções de renda, mas também de empresas processadoras desse produto (Pimentel, 2000).

Outra característica importante da espécie é sua capacidade de rebrotar após os cortes, fazendo do seu cultivo uma atividade perene e ecologicamente correta.

Por ser uma planta ainda em fase de domesticação, Sousa et al. (2001), há necessidade de pesquisas para definir um sistema de produção visando implantá-la em bases comerciais.

Uma delas é quanto à definição da melhor época de corte, o que permitirá maximizar o rendimento de óleo essencial. O rendimento depende de dois fatores básicos: Produção de biomassa (folhas e ramos tenros) e percentual de óleo na matéria-prima.

Além da exigência por luz e pH com tendência a neutro, para o bom desenvolvimento da pimenta longa não deve haver déficit hídrico.

O regime pluviométrico da região caracteriza-se por duas estações bem distintas, uma chuvosa, de setembro a maio e outra seca, de julho a agosto.

É possível que cortes efetuados no período seco (junho a agosto) possam inviabilizar o rebrote causando a morte da planta em decorrência da escassez de água.

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo Department for International Development – DFID.

<sup>2</sup> Eng.Agr., M.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, 69908-970.

<sup>3</sup> Eng.Agr., B.Sc., Pesacre, Caixa Postal 277, 69914-390.

Espera-se que, dependendo da época em que se efetuar o corte, ou ainda a frequência (um corte ou dois cortes ao ano), haja maior ou menor influência sobre o peso de biomassa e também variações no rendimento de óleo, influenciando a produção final.

O objetivo desta pesquisa é definir a melhor época (mês) e a frequência de corte da pimenta longa, buscando a maximização do rendimento de óleo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa vem sendo realizada com ação participativa do produtor e consta de dois experimentos que foram instalados em fevereiro de 1998 na propriedade do Sr. Antonio Flaidoch, no distrito de Vila Extrema-RO, BR-364, km 170.

Foi realizada a calagem da área dos experimentos em janeiro de 1998 com 2.000 kg de calcário por hectare. Em julho de 2000 foi realizada a análise de solo que apresentou os seguintes resultados:

pH (1:2,5)		P	K	Na	Ca	Mg	Al	H+Al	C
H <sub>2</sub> O	KCl	mgdm <sup>-3</sup>			Cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				gkg <sup>-1</sup>
4.6	3.9	2	61	0	2.5	1.0	1.3	7.4	1.93

No primeiro experimento, utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições e oito plantas úteis por parcela no espaçamento de 1m x 1m.

Os cortes estão sendo efetuados uma única vez, num intervalo de 12 meses, nos meses: outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março e abril. Cada corte foi considerado como um tratamento.

No segundo experimento também utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso com nove repetições. Neste experimento efetuam-se os cortes duas vezes em 12 meses, com intervalo de 4 meses entre o primeiro e o segundo, sendo os cortes realizados em: outubro/fevereiro; novembro/março e dezembro/abril, totalizando três tratamentos.

Em ambos, as plantas são cortadas a 40 cm do solo com o auxílio de uma roçadeira com disco. Avaliam-se os seguintes caracteres:

Produtividade de matéria verde (kg/ha);

Produtividade de matéria seca (kg/ha);

Rendimento (% de óleo essencial);

Produtividade de óleo (kg/ha).

Para calcular a produtividade de óleo por hectare considera-se a eficiência de extração em escala comercial, que é de 80% em relação à de laboratório.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram efetuados 3 cortes nos períodos (1998/1999, 1999/2000 e 2000/2001) e o último será realizado em 2001/2002. Como as mudas foram plantadas em fevereiro de 1998, descartaram-se os dados do primeiro corte, para todos os tratamentos, com a finalidade de uniformizar o intervalos de um corte para outro.

Os dados obtidos no período 1999/2000, tanto para um corte, como para dois cortes ao ano, foram somados aos do período 2000/2001 trabalhando-se com as médias resultantes.

Os dados das análises de produtividade de matéria seca e óleo para um corte ao ano estão apresentados na Tabela 1.

Tanto para a variável produtividade de matéria seca como para produtividade de óleo, foi verificado diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Estatisticamente os cortes efetuados em março (2.803 kg/ha) e em abril (3.231 kg/ha) foram superiores aos demais para a produção de matéria seca.

O corte efetuado no mês de abril foi o que apresentou maior produção de óleo (123 kg/ha). Neste mês a relação matéria seca/% rendimento de óleo foi de 3,8%. Em seguida destacaram-se as produtividades dos meses de março (102 kg/ha) e novembro (96 kg/ha) que superaram as 4 épocas restantes.

**Tabela 1. Resultados das produtividades de matéria seca e óleo no período 1999/2000 e 2000/2001, para um corte ao ano, em Vila Extrema, RO.**

Meses	M.seca kg/ha	Meses	Óleo Kg/ha
Abr	3231 a	Abr	123 a
Mar	2803 a	Mar	102 b
Nov	2615 b	Nov	96 b
Fev	2430 b	Fev	81 c
Dez	2336 b	Dez	78 c
Jan	2274 b	Jan	76 c
Out	2214 b	Out	71 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Quando comparados os dois experimentos observa-se que com dois cortes (Tabela 2) a produtividade de matéria seca é maior, mas não há uma correspondência proporcional na produção de óleo. Enquanto que com um corte (Tabela 1), mesmo produzindo menos matéria seca a produtividade de óleo foi maior. Isto ocorreu devido ao menor rendimento (% de óleo essencial) que na média geral foi de 2,79% para dois cortes e 3,29% para um corte.

Acredita-se que quando são realizados dois cortes não há maturação

plena da planta quanto a capacidade de produção de óleo, pois nesse caso temos dois intervalos de crescimento, um de 4 meses e outro de 8 meses, que provavelmente limita a planta neste aspecto.

Todos os tratamentos, de um ou dois cortes, que se destacaram dos demais na produtividade de óleo, superaram a produtividade obtida pelo produtor de 87 kg/ha.

Os dados da análise de produtividade de matéria seca e óleo para dois corte ao ano estão apresentados na Tabela 2. Também neste experimento houve diferença significativa a 5% de probabilidade tanto para a produtividade de matéria seca como para óleo.

Estatisticamente os cortes efetuados em nov/mar (3.603 kg/ha) e dez/abr (3.449 kg/ha) foram superiores ao de out/fev (2.895 kg/ha).

Quando avaliou-se a produtividade de óleo, a superioridade observada na produção de matéria seca manteve-se para as mesmas duas épocas com pequena diferença entre elas: dez/abr (106 kg/ha) e nov/mar (105 kg/ha).

Observa-se que tanto um corte como dois por ano, aqueles efetuados mais próximo ao período final das chuvas apresentaram melhor rendimento, tanto de matéria seca como de óleo.

**Tabela 2. Resultados das produtividades de matéria seca e óleo no período 1999/2000 e 2000/2001, para dois corte ao ano, em Vila Extrema, RO.**

Meses	M.seca kg/ha	Meses	Óleo Kg/ha
Nov/Mar	3603 a	Dez/Abr	106 a
Dez/Abr	3449 a	Nov/Mar	105 a
Out/Fev	2895 b	Out/Fev	83 b

Médias seguidas da mesma letra na coluna, pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

Em ambos os experimentos (um ou dois cortes), aqueles efetuados mais próximos do final do período chuvoso, março e abril, foram os que apresentaram os melhores resultados.

Não é recomendável estender os cortes até o final de abril ou maio, um vez que dependendo do ano, poderá faltar água e as plantas não rebrotarão a contento.

O rendimento (% de óleo essencial) em relação à matéria seca foi maior nos tratamentos de um corte ao ano.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

NETO, O. G. da R.; VIEGAS, I. de J. M.; BRASIL, E. C.; CARVALHO, J. E. U. de; POLTRONIERI, L. S.; SILVA, E. S. A.; SHIKAMA, F. L. **Recomendações básicas para o cultivo da pimenta longa (*Piper hispidinervum*) no Estado do Pará**. BELÉM: EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, DFID, 1999. 9 p. Apostila do Curso de Manejo Fitotécnico de Pimenta Longa realizado de 22 a 26 de novembro de 1999 em Igarapé-Açu, Pará.

PIMENTEL, F. A. **Pimenta longa**: de erva daninha a planta de interesse comercial. Rio Branco: EMBRAPA ACRE, 2000. Não paginado.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analyses of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.

SOUSA, M. de M. M.; LÉDO, F. J. da S; PIMENTEL, F. A. Efeito da adubação e do calcário no produção de matéria seca e de óleo essencial de pimenta-longa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 405-409, mar. 2001.

# FREQÜÊNCIA DE CORTE DE PLANTAS DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C. DC.) PARA FINS DE PRODUÇÃO DE BIOMASSA, EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E QUANTIFICAÇÃO DE SAFROL<sup>1</sup>

Francisco José Câmara Figueiredo<sup>2</sup>; Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>2</sup>  
Sérgio de Mello Alves<sup>3</sup>; Enilson Solano Albuquerque Silva<sup>4</sup>

## INTRODUÇÃO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) é uma espécie nativa do Estado do Acre, onde ocorre de forma natural em áreas de fronteira com a Bolívia e o Peru (Rocha Neto et al. 1999). Pela sua condição de espécie não-domesticada, ainda apresenta características de planta invasora rústica, com certa resistência às doenças e pragas.

Dessa *Piperaceae* é extraído um tipo de óleo essencial rico em safrol que, por transformações químicas, se obtêm, principalmente, dois compostos orgânicos, como o piperonal e o ácido piperonílico, produtos utilizados como inseticidas e na indústria de perfumarias e cosméticos. De acordo com Maia & Silva (1995), o safrol é um composto aromático empregado na fabricação de heliotropina, importante fixador e componente de fragrância, e de butóxido de piperonila, usado como sinérgico em inseticidas naturais.

Sob a ótica socioeconômica, a inserção da pimenta longa, como cultura alternativa para as áreas degradadas, poderá contribuir de forma sustentável à efetiva viabilidade de pequenas propriedades, fixando os produtores rurais nessas áreas, com a garantia de produzir matéria-prima para a produção de óleo essencial, de reconhecido valor no mercado internacional.

O objetivo desta pesquisa foi definir a melhor frequência de corte de plantas de pimenta longa, com vistas à produção de biomassa para a extração de óleo essencial e quantificação de teor de safrol.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os tratamentos foram estabelecidos a partir do corte de uniformização, realizado aos 240 dias após o plantio no campo, e constaram de: A) cortes a cada 90 dias (doze cortes – 90, 180, 270, 360, 450, 540, 630, 720, 810, 900, 990 e 1080); B) idem, a cada 180 dias (seis cortes – 180, 360, 540, 720, 900, 1080); C) idem, a cada 270 dias (quatro cortes – 270, 540, 810, 1080); D) idem, a cada 360 dias (três cortes - 360, 720, 1080).

<sup>1</sup> Pesquisa financiada com recursos do Department for International Development - DFID

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, 66017-970 Belém, PA., fjc@cpatu.embrapa.br, olinto@cpatu.embrapa.br

<sup>3</sup> Quim.-Ind., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, sergio@cpatu.embrapa.br

<sup>4</sup> Eng.-Quim., M.Sc., Professor da Universidade Federal do Pará.

As parcelas foram distribuídas em blocos completamente casualizados e em cinco repetições. Os principais parâmetros de avaliações foram a altura e o diâmetro de plantas, a produtividade de biomassa seca, o rendimento de óleo essencial e o teor de safrol.

A determinação da umidade da biomassa foi feita com amostras de 10 g de biomassa picotada, pelo método do tolueno, à temperatura de  $\pm 90^\circ\text{C}$  da manta aquecedora e com o tempo máximo de exposição de 60 minutos. A extração de óleo essencial foi feita por arraste de vapor, com base no trabalho de Heath (1977), e, para tanto, foram utilizadas 30 g de biomassa picotada. O teor de safrol foi determinado através de cromatografia gasosa, sendo o cromatógrafo acoplado a um espectrômetro de massa, à temperatura de  $60^\circ\text{C}$  a  $240^\circ\text{C}$ , com velocidade de  $3^\circ\text{C}$  por minuto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Aos oito meses após o plantio no campo, quando do corte de uniformização, avaliaram-se os resultados de produtividade de biomassa, de rendimento de óleo essencial de pimenta longa e de teor de safrol.

No corte de uniformização as plantas de pimenta longa do tratamento 270 dias apresentaram o maior desenvolvimento em altura (163,4 cm), enquanto o menor foi o das de 360 dias (149,6 cm). Os resultados médios de diâmetro se situaram a partir de 2,33 cm (90 dias) até 2,60 cm (180 dias). Essas variações não devem ser atribuídas aos tratamentos que só poderão ser avaliados a partir do primeiro corte de aplicação dos tratamentos, mas às características intrínsecas das plantas (variabilidade genética) ou do ambiente de cultivo, principalmente do solo.

Ao comparar-se as produtividades observadas, considerando a menor registrada para o de 180 dias ( $6.156\text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ) como o controle, pode-se estimar os ganhos de biomassa de 4,3% (360 dias), 11,2% (270 dias) e 16,2% (90 dias).

O teor médio de safrol, em todas as análises de amostras de óleo essencial de biomassa seca de pimenta longa, quando do corte de uniformização, superaram os 90%, esta taxa garantiria a comercialização do óleo extraído.

No período experimental foram realizados quatro cortes nas plantas do tratamento de 90 dias, dois nas do de 180 dias, e um nas dos de 270 dias e 360 dias.

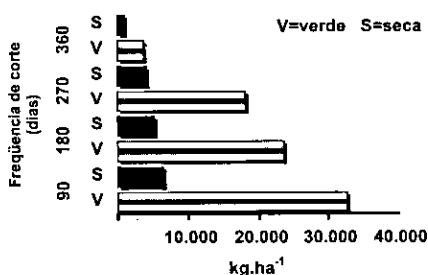
Observou-se que a frequência de corte de 90 dias fez com que as plantas não ultrapassassem a altura média de 95 cm, e os ganhos mais expressivos em altura ocorreram no de 360 dias (280 cm). A frequência de corte tende a concorrer para a redução do porte de plantas de pimenta longa, e a maior taxa foi registrada para o tratamento 180 dias (31,3%), embora não haja disponibilidade de dados que possam comprovar essa tendência nos tratamentos de 270 e 360 dias, pois, em ambos, só foi realizado um corte. No de 90 dias, essa redução alcançou



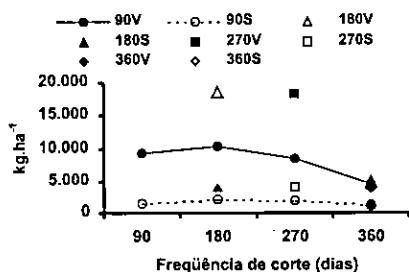
21,2% no último corte, muito embora tenha sido registrado um aumento de 19,7% do primeiro para o segundo corte e de 5,1% entre aquele e o terceiro.

Ao contrário do que ocorreu com a altura, observou-se que o diâmetro do ramo ortotrópico das plantas de pimenta longa aumentou em todos os tratamentos aplicados, independente do número de cortes praticados. Esses aumentos estabeleceram diferenças médias entre os tratamentos de 90 dias (menor) e de 360 dias (maior) de 17,7%. Observou-se que no tratamento de 90 dias, o incremento de diâmetro, entre o primeiro e o último corte, foi de 21,5% e no de 180 dias de 26,1%.

Nas Fig. 1 e 2 estão demonstradas as produtividades médias anual de biomassas verde e seca de pimenta longa, a partir de freqüências de cortes a cada 90, 180, 270 e 360 dias.



**Fig. 1. Produtividades médias de biomassa verde e seca de pimenta longa nos diversos tratamentos. N=5, Igarapé-Açu, PA, 2000.**



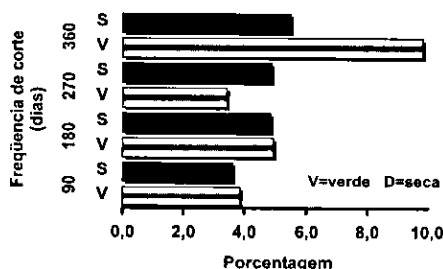
**Fig. 2. Comparações de produtividades médias de biomassas verde (V) e seca (S) de plantas de pimenta longa com base na freqüência de corte de cada tratamento. N=5, Igarapé-Açu, PA, 2000.**

Os resultados representados na Fig. 1 permitem estimar que o aproveitamento de biomassa seca foi de 19,9% (90 dias), 22,2% (180 dias), 23,6% (270 dias) e 26,3% (360 dias) em relação à verde. Esses resultados, também, revelam que na frequência de corte de 90 dias é possível obter-se mais de seis toneladas de biomassa seca por hectare/ano. Por outro lado, resultados descartam cortes de biomassa a cada 360 dias e indicam a necessidade de outras observações para avaliar a periodicidade de 270 dias, que parece, também não ser a mais indicada. Nestes dois últimos tratamentos houve perda de biomassa antes dos cortes.

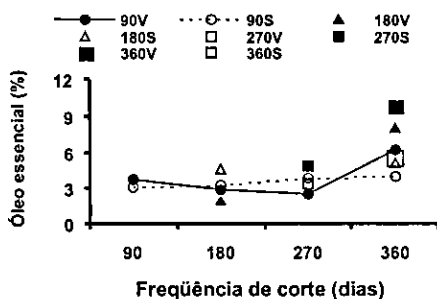
De acordo com a Fig. 2 pode-se inferir que o rendimento de biomassa seca aumentou à medida que os cortes se sucederam nos tratamentos de 90 e 180 dias, muito embora, quantitativamente, as produtividades tenham diminuído em até 66,6%, como ocorreu entre o primeiro e o segundo cortes do tratamento 180 dias.

Nas Fig. 3 e 4 estão representados os resultados médios de rendimento de óleo essencial extraído de biomassa de pimenta longa, obtida nos tratamentos com cortes a cada 90, 180, 270 e 360 dias.

O rendimento médio anual de óleo essencial, exceção ao tratamento com cortes a cada 270 dias, foi maior quando extraído de biomassa verde, muito embora essa superioridade tenha sido mais expressiva no de 360 dias, quando alcançou a taxa de 56,1% (Fig. 3). Por outro lado, os resultados representados na Fig. 4, considerando a frequência de corte dentro de cada tratamento, indicam que essa tendência não foi observada em todos os cortes do de 90 e 180 dias, quando houve alternância de superioridades. No entanto, considerando os custos que envolvem o processo de secagem, de modo geral essa etapa do processo pode ser excluída do sistema de produção, desde que não comprometa o rendimento de safrol. Desse modo, deve ser considerada a possibilidade de ter havido manuseio inadequado da amostra no decorrer da secagem, o que pode ter provocado um provável início de fermentação.



**Fig. 3.** Rendimento médio de óleo essencial de biomassas verde e seca de pimenta longa nos diversos tratamentos. N=5. Igarapé-Açu, PA, 2000.

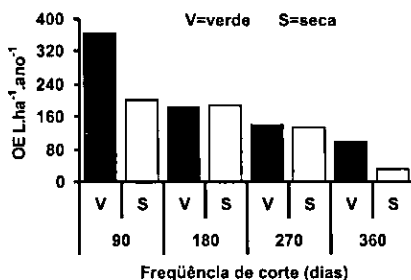


**Fig. 4. Comparações de rendimento médio de óleo essencial de biomassa verde (V) e seca (S) de plantas de pimenta longa com base na frequência de corte de cada tratamento. N=5. Igarapé-Açu, PA, 2000.**

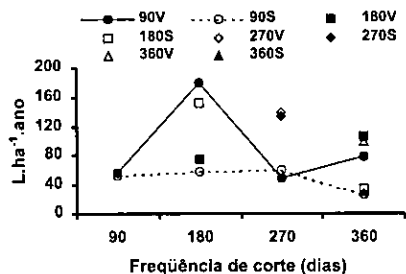
Nas Fig. 5 e 6 estão representadas as estimativas médias de produtividade de óleo essencial por hectare de área cultivada, considerando-se as médias de biomassa de pimenta longa, com cortes a cada 90, 180, 270 e 360 dias.

Os resultados apresentados nas Fig. 5 e 6 indicam ser possível obter-se rendimento superior a 350 Lha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>, como na frequência de corte a cada 90 dias. Neste tratamento, a melhor performance aconteceu no segundo corte (180 dias), quando a produtividade foi de 180 L (Fig. 6). Por outro lado, cortes com frequência a cada 360 dias, à luz dos resultados observados, inviabilizam o cultivo desta piperácea nas condições de solo e clima estudadas.

Nas Fig. 7 e 8 estão representadas as médias de teor de safrol contido em óleo essencial de biomassa de pimenta longa nos cortes a cada 90, 180, 270 e 360 dias.

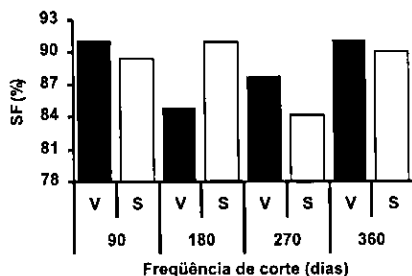


**Fig. 5. Produtividade média, por hectare, de óleo essencial de biomassa verde e seca de pimenta longa nos diversos tratamentos. N=5. Igarapé-Açu, PA, 2000.**



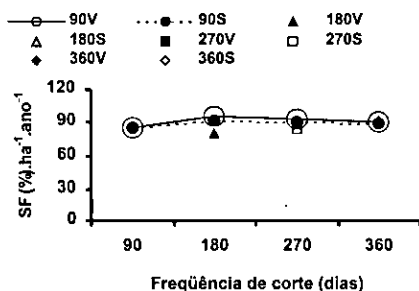
**Fig. 6. Comparações de rendimento médio, por hectare, de óleo essencial de biomassa verde (V) e seca (S) de plantas de pimenta longa com base na frequência de corte de cada tratamento. N=5. Igarapé-Açu, PA, 2000.**

Os resultados médios de teor de safrol representados na Fig. 7 permitem informar que a secagem pode ser dispensável, pois o teor de safrol foi maior nos tratamentos com cortes a cada 90, 270 e 360 dias, mas essa tendência não foi observada no de corte a cada 180 dias.



**Fig. 7. Teor médio de safrol (SF) em óleo essencial obtido de biomassa verde (V) e seca (S) de pimenta longa nos diversos tratamentos. N=5. Igarapé-Açu, PA, 2000.**

Os resultados da Figura 8 comprovam, notadamente, no caso do tratamento de 90 dias, que aquela tendência foi obedecida em todos os quatro cortes realizados, exceção, no entanto, ocorreu com os dois de 180 dias. Nos demais tratamentos, com apenas um corte, não foi possível estabelecer essa relação.



**Fig. 8. Comparações de teor médio de safrol (SF) em óleo essencial de biomassa verde (V) e seca (S) de plantas de pimenta longa com base na frequência de corte de cada tratamento. N=5. Igarapé-Açu, PA, 2000.**

### CONCLUSÕES

Aos oito meses do plantio, a produtividade média de biomassa seca superou seis toneladas, com rendimento de óleo essencial acima de 4% e o teor de safrol em torno de 90%.

É possível produzir mais de seis toneladas de biomassa seca por hectare/ano quando os cortes são realizados a cada 90 dias.

A produtividade de óleo essencial é superior a 350 L/ha/ano e o teor de safrol é superior a 90% quando o corte de biomassa é feito a cada 90 dias.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HEATH, H.B. Flavorings, condiments and relishes. In: DESROSIER, N.W., ed. **Elements de Food Technology**. Westport: The Avipublishing Company, INC.1977. p.666-701.

MAIA, J. G. S. & SILVA, M. H. L. **Relatório técnico do projeto “Potencial econômico das plantas aromáticas do Estado do Pará”**: Cooperação técnica Brasil-Reino Unido (ODA). Belém: MPEG, 1995. 48p.

ROCHA NETO, O.G.; OLIVEIRA JR.; CARVALHO, J.E.U. de; LAMEIRA, O.A. **Principais produtos extrativos da Amazônia: e seus coeficientes técnicos**. Brasília: IBAMA, Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais, 78p. 1999.

# **ALTURA DE CORTE DE PLANTAS DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C. DC.) PARA FINS DE PRODUÇÃO DE BIOMASSA, EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E QUANTIFICAÇÃO DE SAFROL<sup>1</sup>**

Francisco José Câmara Figueiredo<sup>2</sup>; Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>2</sup>  
Sérgio de Mello Alves<sup>3</sup>; Enilson Solano Albuquerque Silva<sup>4</sup>

## **INTRODUÇÃO**

A pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.), espécie nativa do Estado do Acre, pertence à família *Piperaceae* e vegeta as áreas de capoeiras, formando populações de grande densidade normalmente dominando as demais espécies (Rocha Neto et al. 1999). Da pimenta longa é extraído um óleo essencial rico em safrol, do qual se obtêm o piperonal e o ácido piperonílico, produtos utilizados como inseticidas e na indústria de perfumarias e cosméticos, respectivamente (Maia et al. 1987).

A importância econômica da pimenta longa está relacionada à produção de safrol, que alcança teores que variam de 88 a 96 % do rendimento de óleo essencial, com produtividade média, em relação à biomassa seca, de até 3,5% (Mendes, 1999). No entanto, para Silva (1993) e Rocha Neto et al. (1999), o safrol pode representar de 90 a 94 % do total de óleo essencial, cujo rendimento chega a equivaler a até 4 % do peso seco.

Segundo Rocha Neto et al. (1999), a demanda por óleo essencial rico em safrol é crescente e a oferta é cada vez mais reduzida, em face do crescimento da procura, normalmente atendida pelo aproveitamento predatório de espécies vegetais de grande porte, tanto na China como no Vietnã, maiores produtores mundiais de safrol.

Como a pimenta longa é um arbusto de fácil rebrota de seu ramo ortotrópico, o que dispensa novos replantios a cada ano, passa a ser potencialmente importante para o mercado mundial de safrol, pois, é possível obter rendimentos, em volume de óleo essencial e de teor de safrol com competitividade no mercado internacional (Silva, 1993).

Com o objetivo de avaliar o efeito de altura de corte e de sistemas alternativos de obtenção de biomassa, comparados ao praticado pelos produtores de pimenta longa, foi instalado este experimento na colônia agrícola de São Jorge do Jabuti, município de Igarapé-Açu, PA. Este estudo visa

<sup>1</sup> Pesquisa financiada com recursos do Department for International Development - DFID

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., DSc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970 Belém, PA. E-mail: fjcfc@cpatu.embrapa.br, olinto@cpatu.embrapa.br.

<sup>3</sup> Quim.-Ind., MSc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: sergio@cpatu.embrapa.br.

<sup>4</sup> Eng.-Quim., MSc., Professor da Universidade Federal do Pará.

determinar as condições mais adequadas de corte, com vistas à uniformização, rebrota e produção de biomassa para a extração de óleo essencial e quantificação de safrol.

## MATERIAL E MÉTODOS

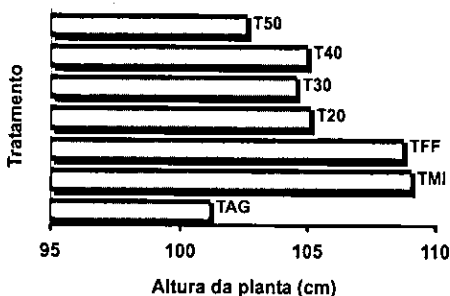
O experimento foi instalado em solo do tipo Latossolo Amarelo, textura arenosa e, quando do plantio, as plantas de pimenta longa foram adubadas, em mistura com o terriço, 7g de superfosfato triplo e, aos 30 e 45 dias depois, foram aplicados, em cobertura, 3g de uréia e 2g de cloreto de potássio por planta. A partir do mês de agosto, quando os sintomas de déficit hídrico se acentuaram, as plantas foram irrigadas por aspersão.

Os tratamentos colocados em competição foram os seguintes: TAG = sistema de praticado pelo produtor, com corte (facão) à altura entre 30 a 40 cm; TMI = sistema alternativo com destalamento da planta (tesoura de poda) e eliminação das brotações ao nível do solo; TFF <sup>º=º</sup> idem, com o destalamento da planta (tesoura de poda) sem a eliminação das brotações ao nível do solo; T20 <sup>º=º</sup> corte, com podão, a 20 cm do nível do solo; T30 <sup>º=º</sup> idem, a 30 cm; T40 <sup>º=º</sup> idem, a 40 cm; e T50 <sup>º=º</sup> idem, a 50 cm do nível do solo.

Os principais parâmetros de avaliações foram a altura e o diâmetro de plantas, a produtividade de biomassa seca, o rendimento de óleo essencial e o teor de safrol.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

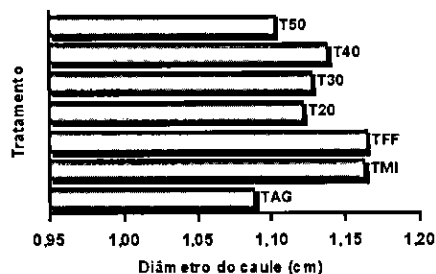
De acordo com a Fig. 1 representa os resultados médios em altura aos oito meses do plantio no campo e que antecedeu aos cortes referentes à aplicação dos tratamentos.



**Fig. 1.** Altura média de plantas de pimenta longa, aos oito meses do plantio, antes da aplicação dos tratamentos experimentais. Igarapé-Açu, PA. 2000.

As variações dos resultados, conforme a Fig. 1, devem ser creditadas a fatores como o vigor das plantas ou à variabilidade dos níveis de fertilidade do solo, pois essas representam as observações realizadas antes da aplicação dos tratamentos experimentais. Outro fator que pode ter contribuído à variação de desenvolvimento em altura das plantas, que chegou a oscilar entre 1,4% (TAG e T50) a 7,7% (TAG e TAM), foi o encharcamento do solo logo após o plantio, onde foram locadas algumas parcelas, o que provocou a morte, e posterior substituição, de até 90% das plantas da área útil. Com a altura média de 105,2 cm, aos oito meses após o plantio no campo, o desenvolvimento em altura das plantas de pimenta longa, deste experimento, foi 49% mais baixa do que o registrado para plantas da mesma idade no estudo de frequência de corte.

Na Fig. 2 estão representados dados médios de diâmetro do ramo ortotrópico de plantas de pimenta longa, no mês que antecedeu ao da aplicação dos tratamentos.

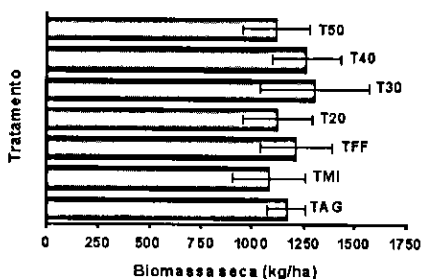


**Fig. 2. Diâmetro médio de plantas de pimenta longa, antes da aplicação dos tratamentos experimentais. Igarapé-Açu, PA. 2000.**

Pode-se Fig. 2 perceber que a maior diferença entre os diâmetros de ramos ortotrópicos das plantas de pimenta longa foi de 6%, registrada entre os tratamentos TMI e TAG. Também, se pode inferir que o desenvolvimento em diâmetro das plantas foi menos prejudicial que o em altura. O diâmetro médio de 1,13 cm do ramo ortotrópico das plantas deste estudo foi 28% inferior ao obtido pelas plantas do ensaio de frequência de corte.

Na Fig. 3 estão representadas as médias de produtividade de biomassa seca, por hectare, aproveitável à destilação.

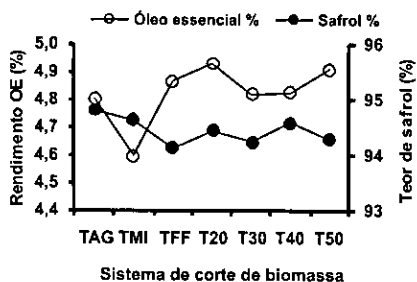




**Fig. 3. Produtividade de biomassa seca de pimenta longa, aos oito meses após o plantio no campo, Igarapé-Açu, PA. 2000.**

As produtividades médias obtidas de biomassa seca, nesse corte de aplicação dos tratamentos, foram muito baixas. A produtividade média de biomassa seca ( $1.183 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) correspondeu a apenas 18% da média obtida no experimento de frequência de corte ( $6.645 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ );

A Fig. 4 representa as curvas dos resultados médios de rendimento de óleo essencial de biomassa de pimenta longa e de teor de safrol.



**Fig. 4. Rendimento de óleo essencial de biomassa seca de plantas de pimenta longa e teor de safrol, aos oito meses após o plantio no campo, Igarapé-Açu, PA. 2000.**

Observa-se na Fig. 4 que o rendimento de óleo essencial foi sempre superior a 4%, acima da média obtida em outros estudos, que se situaram em torno de 2,5%. O teor de safrol atingiu percentuais que garantiriam a comercialização do óleo essencial obtido, pois as médias foram superiores a 94%.

O rendimento de óleo essencial, no entanto superou em 54% o do ensaio de sazonalidade da produção de óleo, para médias de 4,82% e 3,12%, respectivamente.

Por outro lado, o teor médio de safrol de 94,4% superou as médias obtidas em outros ensaios, como no de sazonalidade, que no mês de melhor desempenho alcançou a média de 86,1%, e de otimização do teor de safrol que foi de 91,4%.

Desse modo, a produtividade de óleo essencial pode ser projetada para até 320 L.ha<sup>-1</sup>.corte<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

O efeito de tratamento sobre a produtividade de biomassa só poderá ser mensurado a partir do segundo corte.

As diferenças de desenvolvimento biométrico entre os tratamentos estão associadas à estabilização das plantas nas parcelas experimentais que, em porcentagens variáveis, foram replantadas devido ao excesso de chuvas quando do plantio.

O rendimento de óleo essencial, o teor de safrol e a estimativa de produtividade de óleo por hectare, superam as projeções desejáveis aos sistemas de cultivo da pimenta longa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAIA, J. G.; SILVA, M. L.; LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; RAMOS, L. S. Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. **Química Nova**, v.10, n.3, p.200-204, 1987.

MENDES, F.A.T. **Análise econômica e financeira**. Projeto pimenta longa nos Estados do Pará e Rondônia. Belém, 1999. 42p.

ROCHA NETO, O.G.; OLIVEIRA JR.; CARVALHO, J.E.U. de; LAMEIRA, O.A. **Principais produtos extrativos da Amazônia: e seus coeficientes técnicos**. Brasília: IBAMA, Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais, 78p. 1999.

SILVA, M.H.L da. **Tecnologia de cultivo e produção racional de pimenta longa, *Piper hispidinervium* C. DC**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993. 120p. (Tese de Mestrado).

# RESPOSTAS DE PIMENTA LONGA À SUPLEMENTAÇÃO HÍDRICA DURANTE O PERÍODO DE ESTIAGEM NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ-AÇU, PA<sup>1</sup>

Enilson S. A. Silva<sup>2</sup>, Olinto G. da R. Neto<sup>3</sup>, Francisco J. C. Figueirêdo<sup>3</sup>

## INTRODUÇÃO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) é uma piperácea oleífera de ocorrência natural na Amazônia. Esta planta apresenta-se como uma alternativa de fonte natural renovável de safrol. Deste produto, são obtidos os derivados heliotropina e butóxido de piperonila, utilizados como componentes de cosméticos e fragrâncias e na produção de inseticidas naturais, respectivamente.

Nas regiões tropicais, a deficiência de nutrientes e a falta de água, são os fatores mais importantes relacionados aos estresses em vegetais. Em condições de campo, a planta está sujeita a estresses ambientais associados, que atuando em conjunto, proporcionam efeitos aditivos, limitando a aquisição de carbono e o crescimento.

Deste modo, a expansão do cultivo na Amazônia deve levar em conta a sensibilidade da planta ao estresse hídrico, fator que pode constituir-se numa barreira para o cultivo dessa espécie.

O presente estudo teve como objetivo comparar as respostas biofísicas de pimenta longa em cultivos com e sem suplementação hídrica, durante a estação seca.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em condições de campo, no período de 2/9/98 a 25/02/99, no Município de Igarapé-Açu, nordeste do Estado do Pará (1°16'758" S, 47°35'575" W). O solo predominante é o Latossolo Amarelo textura arenosa. O clima, segundo a classificação de Köppen (Embrapa, 1986), é Am, e apresenta, baseado em dados da estação climatológica Marcelino, da Embrapa Amazônia Oriental, relativo período seco, que se estende de setembro a novembro. A precipitação média anual é de 2.500 mm, com a temperatura média em torno de 26°C e a umidade relativa do ar de 84%.

As plantas foram oriundas de sementes selecionadas, com base no teor elevado de safrol, pela Embrapa Acre. Após a fase de viveiro, as plantas foram selecionadas e plantadas no campo, no espaçamento de 1m x 1m.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, e os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas: T1 - irrigado e sem matéria

<sup>1</sup> Pesquisa financiada com recursos do Department for International Development - DFID.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Amazônia Oriental. enilson@cpatu.embrapa.br; olinto@cpatu.embrapa.br; fjc@cpatu.embrapa.br

orgânica na cova (SMO); T2 - irrigado e com matéria orgânica na cova (CMO); T3 - não-irrigado e SMO e T4 - não-irrigado e CMO.

As respostas foram avaliadas através da fotossíntese líquida (FL), IRGA LI 6200, no horário de 10:00h às 12:00h; resistência estomática ( $R_s$ ), Porômetro de difusão AP4, às 9:00h e 14:00h e potencial hídrico foliar ( $\Psi_f$ ), Bomba de Scholander, às 5:30h e 14:30h. Foram monitorados também a taxa transpiratória, a radiação fotossinteticamente ativa, a temperatura, a umidade relativa do ar, o teor de água no solo e a precipitação pluviométrica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 1 observa-se que nos tratamentos com irrigação não foram verificadas variações nos valores de  $\Psi_f$ , que permaneceram com potencial de base em torno de -0,07 MPa, e no horário de maior demanda hídrica às 14:00h, ficaram em média -1,2 MPa. Nos tratamentos sem irrigação, a partir do sexto dia após a última chuva, as plantas começaram a apresentar reduções significativas no  $\Psi_f$ , apresentando os menores valores no décimo quinto dia de falta de água, onde o potencial hídrico de base ficou abaixo de -0,5 MPa, chegando próximo de -2,0 MPa às 14:30h.

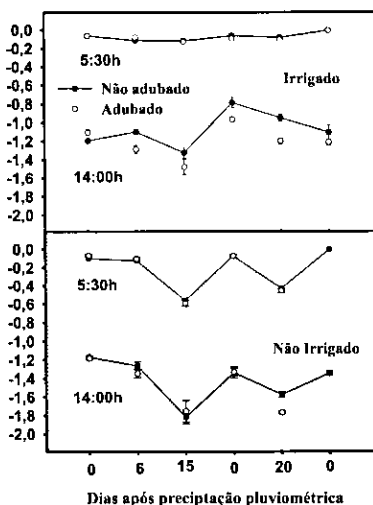


Fig. 1. Valores médios ( $\pm$  erro padrão) do potencial hídrico foliar ( $\Psi_f$ ) às 5:30h e 14:00h de plantas de *Piper hispidinervium*, em cultivos com e sem irrigação, no período de Set/98 a Mar/99, Igarapé-Açu, PA.

Com relação ao comportamento estomático (Fig. 2), verificou-se que nas plantas sem deficiência hídrica, a  $R_s$  se manteve praticamente constante durante

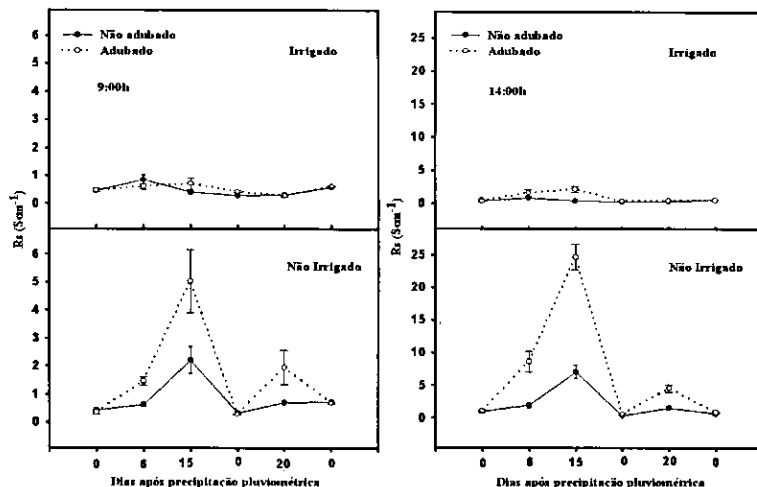
todo o período experimental, com valores variando de  $0,28 \text{ s.cm}^{-1}$  a  $0,84 \text{ s.cm}^{-1}$  às 9:00h e  $0,29 \text{ s.cm}^{-1}$  a  $1,88 \text{ s.cm}^{-1}$  às 14:00h. Estes resultados mostram que a pimenta longa responde à suplementação hídrica, permanecendo com os estômatos abertos, mesmo em horários de elevada demanda transpiratória.

Os valores de  $R_s$  encontrados para plantas túrgidas se assemelham aos encontrados por Santos et al. (1998), e são considerados baixos, quando comparados com outras plantas mesófitas  $C_3$ .

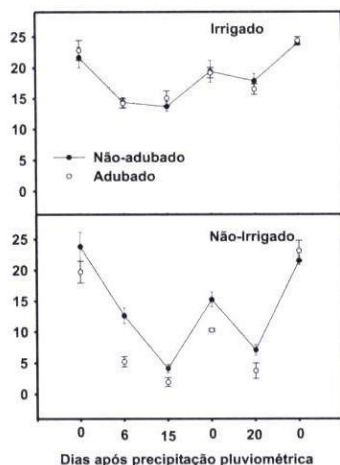
Com relação às plantas sem irrigação, os valores de  $R_s$  foram significativamente maiores nos períodos de maior deficiência hídrica no solo, que induziu a redução do  $\Psi$  e proporcionou o fechamento dos estômatos. No décimo quinto dia sem precipitação pluviométrica, devido à intensificação do estresse hídrico, foram observados os maiores valores de  $R_s$ .

A fotossíntese líquida (Fig. 3) se manteve elevada nas plantas irrigadas, com valores variando entre  $15,00 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  e  $20,00 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , que são considerados altos para uma planta mesófita  $C_3$ , mas estão de acordo com os resultados obtidos por Santos et al. (1998) em condições semelhantes.

Nos tratamentos sem irrigação, a FL apresentou as menores taxas, coincidindo com os períodos de déficit hídrico. O fechamento dos estômatos, provocado por uma redução do potencial hídrico de base, de  $-0,05 \text{ MPa}$  para  $-0,6 \text{ MPa}$ , provavelmente, teve efeito direto na absorção de  $\text{CO}_2$ , afetando significativamente a FL, que no décimo quinto dia sem precipitação, atingiu os valores mais baixos, variando de  $1,94 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  a  $4,12 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$  nos tratamentos sem e com adubação, respectivamente.



**Fig. 2.** Valores médios ( $\pm$  erro padrão) da resistência estomática ( $R_s$ ) às 9:00h e 14:00h, de plantas de *P. hispidinervum*, em cultivos com e sem irrigação, no período de Set/98 a Mar/99, Igarapé-Açu, PA.



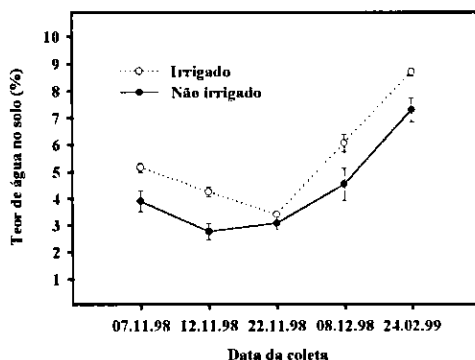
**Fig. 3. Valores médios ( $\pm$  erro padrão) da fotossíntese líquida (FL) de plantas de *Piper hispidinervum*, em cultivos com e sem irrigação, no período de Set/98 a Mar/99, Igarapé-Açu, PA.**

Após as imposições dos períodos de déficit hídrico, a pimenta longa teve a capacidade de recuperar, em um curto espaço de tempo, os mecanismos fisiológicos, apresentando valores das variáveis estudadas similares às plantas que não sofreram deficiência hídrica.

O desenvolvimento das plantas (Fig. 4), assim como, reduções no stand em 22% (T3) e 34% (T4) foram conseqüências da redução do teor de água no solo (Fig. 5), provocada pelos períodos de estresse hídrico, que afetaram negativamente as variáveis estudadas, no cultivo sem suplementação hídrica.



**Fig. 4. Plantas de Pimenta longa sem (A) e com (B) suplementação hídrica aos seis meses após o plantio no Município de Igarapé Açu, PA.**



**Fig. 5. Valores médios ( $\pm$  erro padrão) do teor de água no solo em cultivos de pimenta longa com e sem suplementação hídrica, no período de nov/98 a fev/99, no Município de Igarapé Açu, PA.**

## CONCLUSÕES

A pimenta longa apresenta baixos valores de resistência estomática quando comparada com outras espécies mesófitas C3, enquanto os valores de fotossíntese líquida são considerados elevados.

O estresse hídrico afeta o potencial hídrico foliar, a condutância estomática e a fotossíntese líquida de pimenta longa, com reflexos sobre o desenvolvimento das plantas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMBRAPA-CPATU. **Pesquisa sobre utilização e conservação do solo.** Relatório final do convênio EMBRAPA-CPATU/GTZ. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. 291p. (EMBRAPA-CPATU, Documento, 40).
- SANTOS, E. B.; SOUZA, C. M. A.; SILVA, E. S. A.; ROCHA NETO, O G., *Produtividade primária de plantas de pimenta longa (Piper hispidinervium C. DC)*, In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 4, 1998. Belém, PA. **Resumos.** Belém: FCAP, 1998. p.507.

# ESTUDOS COMPARATIVOS DE PLANTAS DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C. DC.), DE ASPECTOS VEGETATIVOS EXTREMOS, PARA A EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E QUANTIFICAÇÃO DE SAFROL<sup>1</sup>

Francisco José Câmara Figueirêdo<sup>2</sup>  
Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.), espécie da família *Piperaceae*, é nativa do Estado do Acre e vegeta as áreas de capoeiras (Rocha Neto et al. 1999). A importância da pimenta longa está relacionada à produção de safrol, com teores que variam de 88% a 96% do rendimento de óleo essencial, que, segundo Mendes (1999), chega a 3,5% em relação à biomassa seca. Para outros autores, com Silva (1993) e Rocha Neto et al. (1999), o safrol pode representar de 90 a 94 % do total de óleo essencial, cujo rendimento chega a equivaler a até 4 % do peso seco.

Este estudo resulta da necessidade de se conhecer todos os aspectos do cultivo da pimenta longa, com a finalidade de inclui-la como planta domesticada, entre as espécies que compõem o rico cenário da biodiversidade amazônica.

Em populações cultivadas desta *Piperaceae* é comum serem encontradas plantas de diferentes portes, dada a grande variabilidade genética, com diversas colorações dos ramos ortotrópicos e plagiotrópicos, que podem variar da verde (mais comum) a vermelho-escura ou grená. As variações da arquitetura da planta e da capacidade de frutificação também despertam a atenção dos observadores e ensejam questionamentos que vão desde o desenvolvimento vegetativo, até à capacidade de produzir óleo essencial com diferentes teores de safrol.

## MATERIAL E MÉTODOS

De uma população com nove meses de plantio no campo, foram estabelecidos dois grupos de dez plantas, com base do aspecto vegetativo (fenótipo), a partir de avaliação visual, mas que, a princípio, levou em consideração o desenvolvimento em altura. O grupo A representado pelas plantas consideradas de conceito ótimo e o B pelas definidas como de conceito ruim. As plantas foram selecionadas de área experimental na Vila de São Jorge do Jabuti, município de Igarapé-Açu, PA.

Quando do plantio dessa área experimental, foi aplicado na cova, em mistura com o terriço e mais dois litros de raspa de mandioca curtida, 7g de

<sup>1</sup> Pesquisa financiada com recursos do Department for International Development - DFID

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, 66017-970 Belém, PA., fjcfc@cpatu.embrapa.br, olinto@cpatu.embrapa.br



superfosfato triplo e, aos 30 e 45 dias depois, foram supridos, em cobertura, 3g de uréia e 2g de cloreto de potássio por planta. Aos 30 dias após o plantio, foi distribuída, em cobertura, raspa de casca de mandioca curtida, visando o controle de ervas daninhas e a redução de capinas. A área experimental foi irrigada, por aspersão, a partir de setembro, quando a condição de disponibilidade de água no solo tornou-se bastante precária.

Os parâmetros de avaliação, tomados aos dez meses do plantio no campo, foram os dados de desenvolvimento em altura e diâmetro do ramo ortotrópico de plantas, o número de espiga por planta, o peso médio de espiga, a estimativa de produtividade de biomassa seca/ha, o rendimento de óleo essencial, a perspectiva de produtividade de óleo essencial/ha e o teor de safrol.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 1 estão representadas as médias em altura de plantas de pimenta longa dentro de cada grupo considerado. E na Fig. 2 os valores médios de diâmetro de plantas de pimenta longa nos grupos TA e TB.

As médias de altura das plantas dos grupos A e B foram de 149,8 cm e 79,0 cm, respectivamente, e a diferença entre essas ficou em torno de 89,6%. Os valores médios de diâmetro do ramo ortotrópico foram de 2,06 cm (TA) e 1,20 cm (TB), e a diferença entre esses chegou a 71,7%.

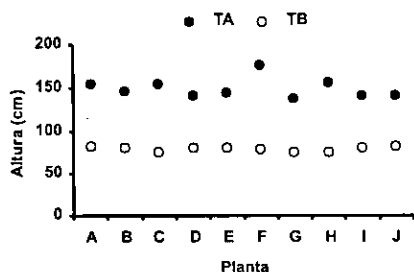


Fig. 1. Altura média de plantas de pimenta longa, dos grupos TA e TB, cultivadas no município de Igarapé-Açu, PA. 2001.

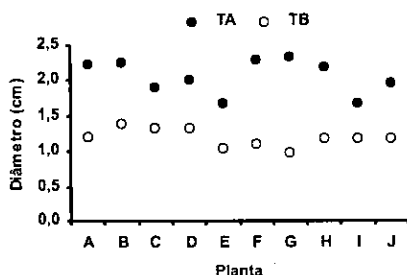


Fig. 2. Diâmetro médio de ramos ortotrópico de plantas de pimenta longa, dos grupos TA e TB, cultivadas no município de Igarapé-Açu, PA. 2001.

Observa-se na Fig. 1 que houve certa uniformidade da altura entre as plantas integrantes do grupo TB, com erro padrão da média de 0,9 e, para as do TA, esse valor foi de 3,6, com maior diferença entre as plantas F e G.

Quanto ao diâmetro, é possível verificar na Fig. 2, que as diferenças foram menores no grupo TB, sendo a maior entre as plantas B e G, cerca de 0,41 cm. Nas do grupo TA, a maior variação (0,65 cm) foi registrada entre as plantas G e as E e I.

Na Fig. 3 estão representadas as médias do número de espigas por planta, enquanto na Fig. 4 estão representados os valores médios estimados de produtividade potencial de biomassa seca de pimenta longa, por hectare.

O número médio de espigas por planta variou de 67 (E) a 358 (A), entre as do grupo TA e de zero (E) a 85 (C) nas do TB. Os coeficientes de variação foram de 30,7 e 8,2, respectivamente. Enquanto isso, as médias de produtividade de biomassa seca dos grupamentos de plantas foram de 2,78 t (TA) e 0,38 t (TB).

Os resultados expressos na Fig. 3 indicam que o aspecto vegetativo ótimo, atribuído a uma planta, não garante um número elevado de espigas. No entanto, essa variabilidade pode ser um importante fator de seleção para efeito de cruzamentos genéticos com o objetivo de obter plantas com maior o número de espigas e suas inter-relações com a produtividade de biomassa, rendimento de óleo essencial e teor de safról.

O peso médio de espigas, apesar de haver variação entre as médias das plantas do grupo TA (0,48 g) para as do TB (0,30 g), não parece ser um parâmetro consistente quanto à diferenciação entre as plantas desses grupos, pois foi possível observar espigas do grupo TB (0,54 g/E) mais pesadas do que de plantas do TA, do qual foram exceções as G (0,59 cm), B (0,65 cm) e J (0,67 cm).

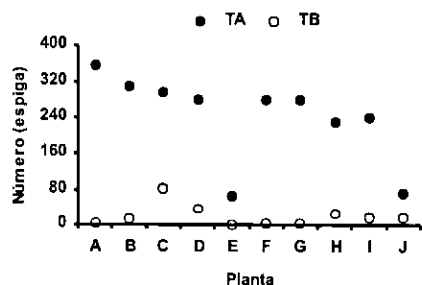


Fig. 3. Número médio de espigas em plantas de pimenta longa, dos grupos TA e TB, cultivadas no município de Igarapé-Açu, PA. 2001.

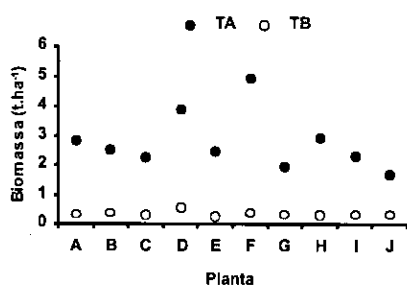


Fig. 4. Estimativa de produtividade média de biomassa seca de plantas de pimenta longa, dos grupos TA e TB, cultivadas no município de Igarapé-Açu, PA. 2001.

De acordo com os resultados da Figura 4, existe acentuada variabilidade, em termos de produção de biomassa, mesmo entre plantas tidas como de ótimo desenvolvimento vegetativo. Nas do grupo TA, essa variação foi de até 193%,

entre as plantas F (4,95 t) e J (1,69 t). Entre as plantas do grupo TB, a maior diferença foi de 127%, entre as D (0,59 t) e E (0,26 t). De modo geral, a projeção de produtividade de biomassa seca ficou abaixo do esperado (6 t.ha<sup>-1</sup>), o que possibilitaria a obtenção de boa margem de lucro ao produtor dessa *Piperaceae*.

Na Fig. 5 estão representados os pontos das curvas de rendimentos médios de óleo essencial de biomassa seca de plantas de pimenta longa, de aspectos vegetativos extremos, cujas médias foram 5,83% (TA) e 5,54 % (TB). A partir dos resultados de rendimento de óleo essencial foi possível, com base na produtividade de biomassa seca, projetar a potencialidade de extração de óleo das plantas de pimenta longa, classificadas por aspectos vegetativos distintos, conforme está representado na Fig. 6.

De acordo com os resultados representados na Fig. 5, pode-se perceber que o rendimento potencial de óleo essencial de plantas de pimenta longa de aspectos vegetativos extremos, apesar de ter diferido em termos médios, não pode ser considerado como característica diferencial entre esses grupos de plantas de fenótipos distintos, haja vista que o maior rendimento (7,58%) foi alcançado pela planta I do grupo TB. O menor rendimento de óleo essencial (3,3%), que ocorreu tanto entre as plantas do grupo TA como do TB, supera a média registrada nos processos de destilação agroindustrial, que é de cerca de 2,5%.

As médias de produtividade de óleo essencial foram de 159 L.ha<sup>-1</sup> (TA) e 21 L.ha<sup>-1</sup> (TB), para erros padrão das médias de 17,2 e 2,6, respectivamente. O potencial produtivo das plantas do grupo TA foi 7,5 vezes maior que o das do TB.

Os dados representados na Fig. 6 permitem visualizar que, entre as plantas do grupo TA, o potencial de produtividade de óleo essencial variou de 275 L.ha<sup>-1</sup> (F) a 90 L.ha<sup>-1</sup> (J) e entre as do TB as variações foram de 40 L.ha<sup>-1</sup> (D) a 9 L.ha<sup>-1</sup> (E).

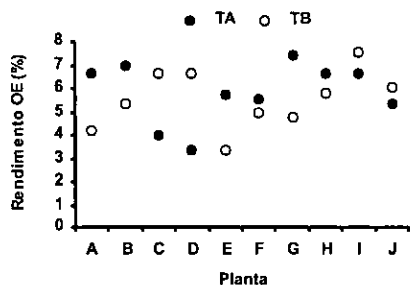


Fig. 5. Rendimento de óleo essencial de biomassa seca de plantas de pimenta longa, dos grupos TA e TB, cultivadas no município de Igarapé-Açu, PA. 2001.

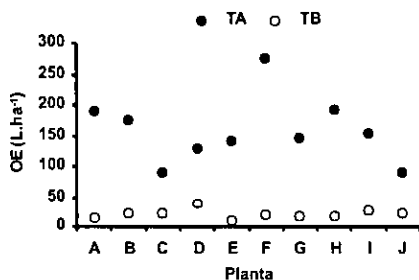
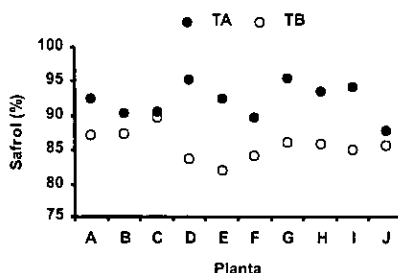


Fig. 6. Projeção de produtividade de óleo essencial (OE) de biomassa seca de plantas de pimenta longa, dos grupos TA e TB, cultivadas no município de Igarapé-Açu, PA. 2001.

Na Fig. 7 estão representados os valores médios de teor de safrol contido em óleo essencial de biomassa seca de plantas de pimenta longa. Os teores médios foram de 92,9% para as plantas do grupo TA e de 86,5% para as do TB.



**Fig. 7. Teor de safrol contido em óleo essencial de biomassa seca de plantas de pimenta longa, dos grupos TA e TB, cultivadas no município de Igarapé-Açu, PA, 2001.**

Pode-se observar nos pontos da curva representativa do grupo TA, que nem todas as plantas avaliadas apresentaram teor de safrol acima de 90%, sendo exceções às plantas F (89,8%) e J (87,8%), porém o maior percentual foi registrado para a G (95,5%). Todas as plantas do grupo TB tiveram teores de safrol abaixo de 90%.

## CONCLUSÕES

A diversificação de desenvolvimento é marcante em populações cultivadas de pimenta longa e, as plantas com características desejáveis em altura e diâmetro do ramo ortotrópico, não são garantia de possibilidade de maior rendimento de óleo essencial e de teor de safrol, embora sejam preponderantes à produtividade de biomassa e de óleo.

A variabilidade, genética e fenotípica, em cultivo de pimenta longa, são capazes de promover comportamentos produtivos diversos de biomassa, de óleo essencial e safrol.

É desejável dispor de populações com características fenotípicas ótimas, pois a maior produtividade de biomassa representa a extração de maior volume de óleo essencial e bom nível de teor de safrol.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MENDES, F.A.T. **Análise econômica e financeira.** Projeto pimenta longa nos Estados do Pará e Rondônia. Belém, 1999. 42p.

ROCHA NETO, O.G.; OLIVEIRA JR.; CARVALHO, J.E.U. de; LAMEIRA, O.A. **Principais produtos extrativos da Amazônia:** e seus coeficientes técnicos. Brasília: IBAMA, Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais, 78p. 1999.

SILVA, M.H.L da. **Tecnologia de cultivo e produção racional de pimenta longa, *Piper hispidinervium* C. DC.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993. 120p. (Tese de Mestrado).

# SAZONALIDADE DE TEOR DE SAFROL EM ÓLEO ESSENCIAL EXTRAÍDO DE BIOMASSA DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C.DC.)<sup>1</sup>

Alberdan Silva Santos (UFPA)<sup>2</sup>; Francisco José Câmara Figueirêdo<sup>3</sup>; Sérgio de Mello Alves<sup>4</sup>; Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.), espécie nativa do Estado do Acre, ocorre de forma natural em áreas de fronteira com a Bolívia e o Peru (Rocha Neto et al. 1999). Essa Piperaceae vegeta as áreas de capoeira degradada formando populações de grande densidade e, por ser considerada uma espécie que pode ser facilmente cultivada ou manejada, há possibilidade de fazer parte de sistemas de produção economicamente rentáveis.

Da pimenta longa é extraído um óleo essencial rico em safrol do qual obtêm-se o piperonal e o ácido piperonílico, produtos utilizados como inseticidas e na indústria de perfumarias e cosméticos, respectivamente (Maia et. al. 1987).

O objetivo deste estudo foi o de estabelecer as correlações de características físico-químicas do óleo essencial e safrol com as condições sazonais do período de cultivo da pimenta longa.

## MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido entre março de 2000 e fevereiro de 2001. Os tratamentos foram representados por duas plantas fixas (A1 e A2) e por grupos de outras plantas, escolhidas ao acaso, do lado leste (B1) e do oeste do plantio (B2).

Os parâmetros de avaliações foram: determinações de teor de umidade, rendimento de óleo essencial, índice de refração e teor de safrol. As amostras ( $\pm 300$  g) eram constituídas de folhas e de ramos plagiotrópicos finos e foram secadas em estufa com temperatura regulada a 55°C, pelo período máximo de duas horas.

A determinação de umidade da biomassa foi realizada pelo método em que é usado o tolueno, com a temperatura da manta aquecedora regulada a  $\pm 90^\circ$  C e pelo tempo de exposição de 60 minutos. A extração do óleo essencial foi efetuada por arraste de vapor d'água a  $\pm 90^\circ$ , por quatro horas, em manta aquecedora. O teor de safrol foi determinado através de cromatografia gasosa,

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo Department for International Development – DFID.

<sup>2</sup> Eng. Quím., M.Sc., UFPA, Belém, PA.

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.  
e-mail: fjcfc@cpatu.embrapa.br, olinto@cpatu.embrapa.br

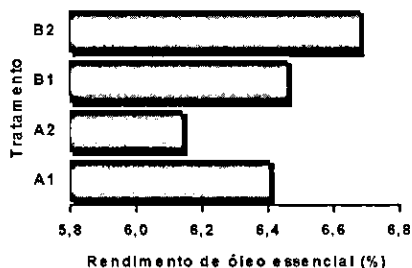
<sup>4</sup> Quím. Ind., M.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, sergio@cpatu.embrapa.br

com o cromatógrafo acoplado a um espectrômetro de massa, com a temperatura de 60°C a 240°C à velocidade de 3°C por minuto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

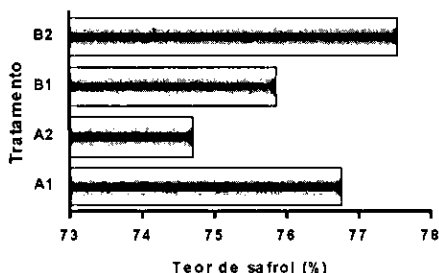
Na Fig. 1 estão representados os valores médios de rendimento de óleo essencial obtidos de biomassa de pimenta longa.

Observou-se que os rendimentos obtidos de óleo essencial foram superiores a 6,0%, que equivalem a mais de seis litros de óleo por 100 kg de biomassa. Esses rendimentos superaram em mais de 100% a média obtida em destilações no Estado do Pará.



**Fig. 1. Rendimento médio de óleo essencial de biomassa de pimenta longa. Belém, PA, 2000 / 2001.**

Na Fig. 2 estão representados os teores médios de safrol de amostras de biomassa obtidas a partir de março de 2000.



**Fig. 2. Rendimento médio de teor de safrol em óleo essencial de biomassa de pimenta longa. Belém, PA, 2000 / 2001.**

Os teores médios de safrol foram baixos e aquém do mínimo exigido para comercialização (>90%). Para tanto, pode ter contribuído as condições de cultivos a que estavam expostas as plantas amostradas na população, pois não receberam

adubação suplementar nos últimos dois anos, nem irrigação complementar nos meses mais críticos de estiagem (agosto a novembro).

Na Fig. 3 estão representados os rendimentos médios mensais de óleo essencial e os de teor de umidade de biomassa submetida à extração.

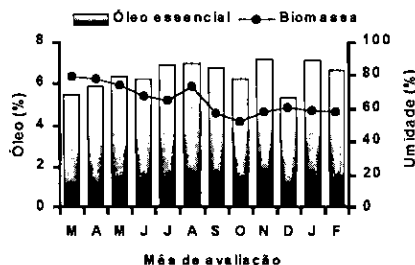
De acordo com a Fig. 3, a quantidade de água na biomassa não teve importância no rendimento de óleo essencial.

Na Fig. 4 estão representados os resultados médios de índice de refração de óleo essencial obtido a partir de março de 2000 até fevereiro de 2001.

O índice de refração médio do óleo essencial de pimenta longa, nas avaliações realizadas, superou a 1,50 e foi um pouco maior que o da água, que gira em torno de 1,33 (Fig. 4).

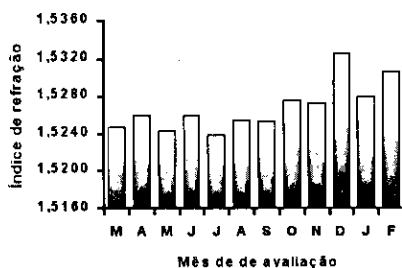
Os resultados médios de teor de safrol, nos diferentes meses de avaliação, estão representados na Fig. 5.

Observou-se que o teor de safrol só foi superior a 80% nos meses de junho e novembro de 2000 e de janeiro e fevereiro de 2001. Os valores médios se situaram abaixo do mínimo estabelecido para comercialização (90%). Ao compararem-se os resultados das Fig. 5 e 3, verificou-se que o maior teor médio de safrol obtido coincidiu com o de maior rendimento de óleo essencial (janeiro do mês de 2001).



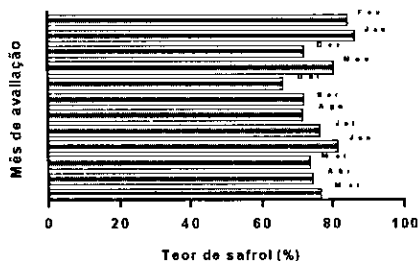
**Fig. 3. Teor médio de umidade de biomassa de pimenta longa e variação de rendimento de óleo essencial. Belém, PA, 2000 / 2001.**





**Fig. 4. Índice médio de refração de óleo essencial de biomassa de pimenta longa. Belém, PA, 2000 / 2001.**

Esses resultados não permitem inferir se os cortes de biomassa possam ser melhores, em termos de rendimento de óleo essencial e teor de safrol, no período de menor intensidade de chuvas, no entanto, o teor umidade da biomassa parece influenciar nos resultados de safrol.



**Fig. 5. Teor médio de safrol contido em amostras de óleo essencial extraído de biomassa de pimenta longa. Belém, PA, 2000 / 2001.**

## CONCLUSÕES

Nas condições estudadas, apesar do aspecto vegetativo das plantas não ser sido considerado bom, a biomassa obtida apresentou excelentes rendimentos de óleo essencial (> 4%).

Os baixos teores de safrol comprovam que não existe correlação positiva entre o rendimento de óleo essencial e o teor de safrol.

As condições do ambiente, como temperatura e precipitação pluviométrica, devem ser importantes, pois os menores teores foram observados nos meses mais quentes e de mais baixos níveis de chuvas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAIA, J. G.; SILVA, M. L.; LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; RAMOS, L. S. Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. **Química Nova**, v.10, n.3, p.200-204, 1987.

ROCHA NETO, O.G.; OLIVEIRA JR.; CARVALHO, J.E.U. de; LAMEIRA, O.A. **Principais produtos extrativos da Amazônia: e seus coeficientes técnicos**. Brasília: IBAMA, Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais, 78p. 1999.

## **AVALIAÇÃO DOS SISTEMAS RADICULARES DE PLANTAS DE *Piper hispidinervum* C.DC. SUBMETIDAS A DIFERENTES TRATOS CULTURAIS**

Cláudio J. Reis de Carvalho<sup>1</sup>

Olinto G. da Rocha Neto<sup>1</sup>

Cléo Marcelo A. Souza<sup>2</sup>

### **INTRODUÇÃO**

O cultivo racional da pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.) visa basicamente maximizar a produção de biomassa aérea, principalmente folhas e ramos finos, visando à obtenção de óleo essencial rico em Saftrol.

Nas plantas superiores, a assimilação do carbono necessária à formação de biomassa depende diretamente da fotossíntese, a qual sofre influência direta da economia hídrica da planta, via regulação estomática, e da absorção de nutrientes. Portanto, a maximização do rendimento de uma cultura deste tipo vai depender diretamente da formação de um sistema radicular robusto, profuso e com profundidade suficiente para suprir a demanda hídrica da parte aérea.

Sabe-se que dentre os quais vários processos do sistema de produção das culturas têm influência direta na formação das raízes. Entre eles podem ser citados o preparo do solo (aração e gradagem), preparo das mudas e idade de plantio, preparo e adubação das covas, espaçamento, etc. os quais podem resultar em menor aproveitamento de insumos como água e nutrientes.

Considerando-se o fato de que a pimenta longa é uma cultura relativamente nova, sobre a qual não se tem informações básicas, e também os fatos expostos, torna-se necessário e oportuno proceder o levantamento quantitativo dos sistemas radiculares em plantios, assentados em solo característico da região produtora e que tenham sido manejados da maneira preconizada pelo sistema de produção. Tais informações servirão para orientar futuras tomadas de decisão sobre a aplicação ou não das práticas de manejo, com influência direta no sistema de produção e na produtividade dos plantios.

### **MATERIAIS E MÉTODOS**

Os trabalhos foram desenvolvidos em uma área de produtores rurais na Vila São Jorge do Jabuti, Município de Igarapé-Açu, PA.

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP: 66017-970, Belém, PA, carvalho@cpatu.embrapa.br; olinto@cpatu.embrapa.br

<sup>2</sup> Auxiliar de operações da Embrapa Amazônia Oriental, cleo@cpatu.embrapa.br

Foi utilizada uma área plantada com 1 ano, e foi usado o método da coleta de monólitos descrito a seguir:

a) Inicialmente foram cavadas trincheiras de 1,2 x 2,0 x 3,0 metros (H x L x P) no sentido perpendicular às linhas de plantio. Na parede, em face das plantas, foram retiradas seis séries de monólitos medindo 0,2 x 0,2 x 0,2 m, até a profundidade de 1,80 m (Fig. 1), os quais foram acondicionados em sacos de plástico e etiquetados. Posteriormente, as raízes foram separadas do solo por lavagem, secadas e pesadas.

b) Nas paredes opostas, foram tomadas amostras de solo para determinação da densidade aparente (anéis de Kopecky), pH em H<sub>2</sub>O (1:2,5), nitrogênio total (Kjeldahl), fósforo assimilável (Mehlich I), fósforo total e potássio total (Embrapa, 1997).

c) Foram usadas três trincheiras (repetições), para cada tratamento, que constaram de:

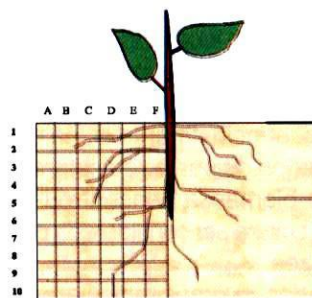
A -, I + : plantio sem adubação de matéria orgânica na cova, posterior aplicação de “mulch” e suplementação hídrica.

A +, I + : plantio com adubação de matéria orgânica na cova, posterior aplicação de “mulch” sem suplementação hídrica.

A -, I - : plantio sem adubação de matéria orgânica na cova, com posterior aplicação de “mulch” e suplementação hídrica.

A +, I - : plantio com adubação de matéria orgânica na cova, com posterior aplicação de “mulch” sem suplementação hídrica.

Por ocasião do plantio, foi efetuada a adubação orgânica na base de 1 litro de raspas de mandioca curtida e 200 ml de torta de mamona comercial/cova, nos tratamentos com adubação, assim como, a aplicação de 7 g de superfosfato triplo. Após o plantio, efetuou-se a cobertura do solo com raspa de mandioca curtida + resíduos de cachos de dendezeiro (“mulch”), em todos os tratamentos. O “mulch” continha valores de N,P e K (g.kg<sup>-1</sup>) e carbono orgânico (% CO) em torno de 4,40; 0,11; 1,61 e 33,16 %, respectivamente. Durante o período experimental, foram realizadas as adubações químicas de manutenção, em todos os tratamentos, na base de 3 g de uréia e 2 g de cloreto de potássio por planta, parceladas em três aplicações.



**Fig. 1. Desenho esquemático, ilustrando o método de monólitos utilizado no levantamento do perfil radicular.**

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de densidade aparente obtido ( $1,49 - 1,65 \text{ g.cm}^{-3}$ ) confirmam a natureza arenosa do solo típico da região do Nordeste Paraense (Tabela 1).

**Tabela 1. Dados analíticos de amostras e solo retiradas do local do experimento.**

Tratamento	Prof. (cm)	Da ( $\text{g.cm}^{-3}$ )	pH	N (Total)	P (Assimilável)	P (Total)	K (Trocável)	K (Total)
				(g.kg <sup>-1</sup> )				
A -, I +	25	1,50	4,64	11,44	0,030	0,18	0,089	0,45
	75	1,49	4,42	5,20	0,013	0,15	0,044	0,73
	125	1,65	4,49	3,37	0,011	0,15	0,006	1,40
	175	1,65	4,43	3,02	0,011	0,13	0,012	2,76
A +, I +	25	1,63	4,39	8,18	0,020	0,13	0,031	0,54
	75	1,54	4,38	4,56	0,008	0,13	0,014	0,67
	125	1,55	4,55	3,91	0,004	0,14	0,020	1,05
	175	1,49	4,53	3,51	0,005	0,16	0,024	1,97
A -, I -	25	1,62	4,58	5,82	0,017	0,10	0,020	0,38
	75	1,53	4,39	4,40	0,005	0,11	0,018	0,51
	125	1,58	4,43	3,20	0,002	0,13	0,013	0,45
	175	1,52	4,34	3,33	0,005	0,11	0,023	0,51
A +, I -	25	1,61	4,60	6,14	0,030	0,09	0,008	0,32
	75	1,49	4,48	3,44	0,008	0,11	0,012	0,54
	125	1,54	4,51	3,05	0,004	0,11	0,014	0,47
	175	1,53	4,37	1,04	0,006	0,11	0,036	0,45

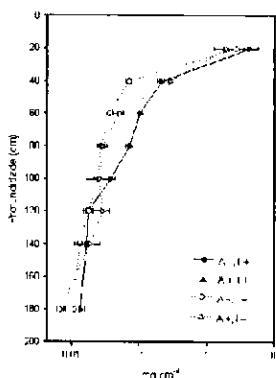
Obs: Prof. = Profundidade, Da = Densidade aparente.

Os valores de pH (4,34 – 4,64) também são característicos destes solos lixiviados com baixos teores de P assimilável. Somente na superfície, os teores

de N, P e K assimiláveis foram mais elevados, porém ainda podendo ser considerados baixos. A aplicação localizada de fertilizantes e matéria orgânica não causou variações significativas nas regiões em volta da planta mesmo nos tratamentos com irrigação. Porém, a aplicação de "mulch", favoreceu a maior concentração de nutrientes, principalmente N, na camada superficial do solo.

Na Fig. 2 são mostrados os perfis radiculares obtidos. Pode ser notado que a maior proporção de biomassa concentrou-se nos primeiros 60 cm de profundidade, podendo esta cultura ser considerada como tendo pouca capacidade de aprofundamento das raízes.

Na Fig. 2 são mostradas os perfis radiculares obtidos. Pode-se notar que a maior proporção de biomassa concentrou-se nos primeiros 60 cm de profundidade, podendo esta cultura ser considerada como tendo pouca capacidade de aprofundamentos das raízes.



**Fig. 2. Perfís radiculares de plantas de pimenta longa submetidas a diferentes tratamentos (n = 3).**

A observação dos perfis radiculares obtidos permite afirmar que os tratamentos culturais utilizados não influenciaram nem na distribuição espacial e nem na biomassa de raízes por volume de solo. Este fato pode explicar-se pelo efeito bastante localizado do tratamento cultural de adubação na cova. Por outro lado, este acréscimo inicial de nutrientes pode ter favorecido o maior crescimento inicial da parte aérea, causando posterior desbalanço em relação ao sistema radicular.

De fato, foi observado que plantas submetidas a estes tratamentos culturais produziram maior quantidade de biomassa aérea durante o período chuvoso, evidenciando o efeito positivo da adubação de cova na melhoria das propriedades físicas do solo no entorno das raízes, sendo porém, mais sensíveis à deficiência hídrica na estação seca (Silva, et al 2000).

## CONCLUSÕES

A pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.), após um ano de cultivo no campo, apresenta sistema radicular superficial, concentrado nos primeiros 60 cm de profundidade.

Os tratos culturais aplicados não modificaram os perfis radiculares nas condições do ensaio.

A adição de matéria orgânica e nutrientes na cova tem efeito localizado e promove aumento da biomassa aérea sem o conseqüente aumento do sistema radicular, o que pode acentuar os efeitos da deficiência de água nas plantas durante a estação seca.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Embrapa. Manual de Métodos de Análise de Solo. Embrapa, Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 2ª Edição, pp. 212, 1997.

Silva, E.A ; Rocha Neto, O. G. da ; Figueiredo, F.J.C., 2000, Respostas biofísicas, alocação de biomassa e produção de óleo essencial de pimenta longa, no município de Igarapé Ac, PA., Hort. bras., V.18, p 909- 911.

# CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C.DC.) SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE MANEJO, NO MUNICÍPIO DE IGARAPÉ-AÇU, PA<sup>1</sup>

Enilson S. A. Silva<sup>2</sup>

Olinto G. da R. Neto<sup>3</sup>

Francisco J. C. Figueirêdo<sup>3</sup>

## INTRODUÇÃO

A sensibilidade das plantas ao estresse hídrico, aliada às irregularidades na distribuição da precipitação pluviométrica, oferece riscos muitas vezes irreparáveis para a produtividade em regiões com períodos de déficits hídricos significativos.

A deficiência hídrica afeta praticamente todos os aspectos do crescimento das plantas, prejudicando a expansão celular, reduzindo a fotossíntese líquida e, como consequência, o acúmulo de matéria seca.

Em plantas em fase de domesticação, as avaliações do comportamento produtivo, em condições de campo, são de fundamental importância para o direcionamento de técnicas de manejo visando amenizar os impactos de condições ambientais adversas.

Neste trabalho, estudaram-se as respostas de diferentes formas de manejo sobre a produção da pimenta longa diante da sazonalidade climática.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado em área de produtor, no período de maio/98 a março/99, em pequena propriedade rural, no município de Igarapé-Açu, no Nordeste do Estado do Pará, (1°16'758" S, 47° 35'575" W). O solo predominante é o Latossolo Amarelo textura arenosa. O clima, segundo a classificação de Köppen (Embrapa, 1986), é Am, e apresenta, baseado em dados da estação climatológica Marcelino, da Embrapa Amazônia Oriental, relativo período seco, que se estende de setembro a novembro. A precipitação média anual é de 2.500 mm, com a temperatura média em torno de 26°C e a umidade relativa do ar de 84%.

As plantas foram oriundas de sementes selecionadas, com base no teor elevado de safrol, pela Embrapa Acre. Após a fase de viveiro, as plantas foram selecionadas e plantadas no campo no espaçamento de 1m x 1m.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, e os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas: **T1**- irrigado e sem matéria orgânica na cova (SMO); **T2**- irrigado e com matéria orgânica na cova (CMO); **T3**- não-irrigado e SMO e **T4**- não-irrigado e CMO.

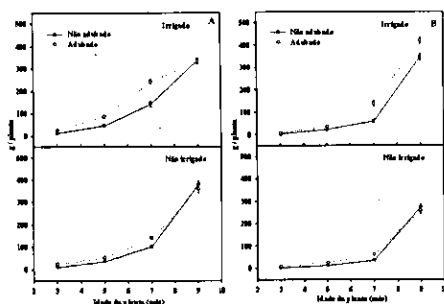


O crescimento foi avaliado através da Matéria Seca das Folhas + ramos finos (MSF+Rf); Matéria Seca da Haste principal (MSHp); Matéria Seca da Raiz (MSR) e a Alocação de Biomassa (AB). Foram determinados ainda a produção e o rendimento de óleo essencial e o teor de safrol.

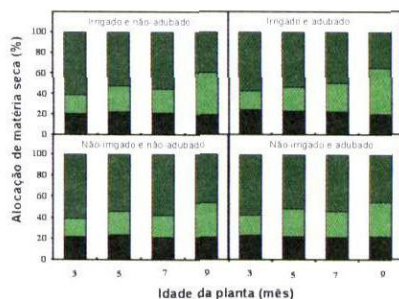
Concomitantemente, foram monitorados ainda, a radiação fotossinteticamente ativa, a temperatura, a umidade relativa do ar, o teor de água no solo e a precipitação pluviométrica.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando os resultados da Fig. 1A, observa-se que no intervalo do quinto ao sétimo mês após o plantio, a MSF+Rf foi significativamente maior nos tratamentos irrigados, onde o tratamento com adubação superou o não-adubado. Nos tratamentos sem suplementação hídrica, as diferenças com relação à adubação, apesar de significativas, foram menos expressivas. Contudo, no nono mês após o plantio, a MSF+Rf apresentou maior incremento nos tratamentos sem irrigação. Esse comportamento foi devido à mudança na distribuição de fotoassimilados, com significativo acúmulo de MSHp verificado nos tratamentos irrigados a partir do sétimo mês (Fig. 2).



**Fig. 1. Valores médios ( $\pm$  erro padrão) do acúmulo de matéria seca das folhas e ramos finos (A), e da haste principal (B), em função da idade de plantas de pimenta longa em cultivos com e sem suplementação hídrica, Igarapé-Açu, PA.**

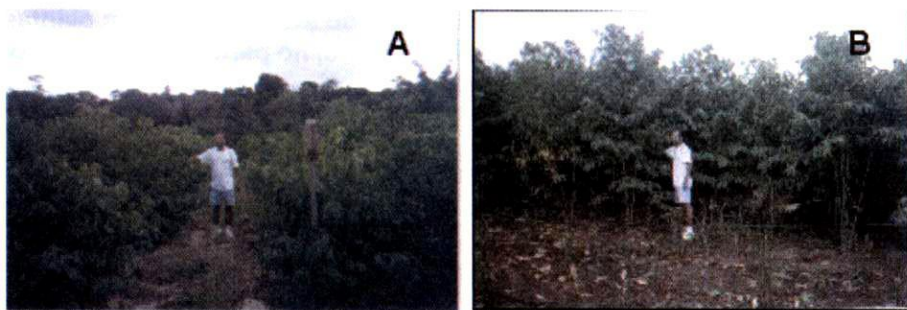


**Fig. 2.** Alocação de matéria seca na raiz, haste principal e folha + ramo fino, em função da idade de plantas de pimenta longa em cultivos com e sem suplementação hídrica, Igarapé-Açu, PA.

Os efeitos da deficiência hídrica sobre o crescimento (Fig. 3 e 4), verificados através das reduções no acúmulo de matéria seca das variáveis estudadas, teve reflexos sobre a produtividade das plantas. No sétimo mês, observou-se que tanto a falta de irrigação, quanto de adubação reduziram em mais de 50% a produção de biomassa aproveitável e, conseqüentemente, a produção de óleo essencial (Tabelas 1 e 2).



**Fig. 3.** Desenvolvimento de plantas de pimenta longa em cultivos sem suplementação hídrica (A) e com suplementação hídrica (B), aos seis meses após o plantio, Igarapé-Açu, PA.



**Fig. 4. Desenvolvimento de plantas de pimenta longa em cultivos sem suplementação hídrica (A) e com suplementação hídrica (B), aos doze meses após o plantio, Igarapé-Açu, PA.**

De modo geral, os teores de safrol aumentaram a partir do quinto mês, com valores girando em torno de 90%. Com relação ao rendimento de óleo essencial observa-se aumento com a idade das plantas (Tabela 3).

**Tabela 1. Avaliação da matéria seca e da produção e rendimento de óleo essencial de *Piper hispidinervum*, aos sete meses após o plantio, Igarapé-Açu, PA.**

Tratamento	Matéria seca (kg/ha)	Produção óleo (kg/ha)	Rendimento de óleo (%)
T1 - Irrigado e não-adubado	1286,19	28,17	2,19
T2 - Irrigado e adubado	2348,71	52,14	2,22
T3 - Não irrigado e não-adubado	798,94	19,73	2,47
T4 - Não irrigado e adubado	918,32	20,84	2,27

**Tabela 2. Avaliação da matéria seca e da produção e rendimento de óleo essencial de *Piper hispidinervum*, aos onze meses após o plantio, Igarapé-Açu, PA.**

Tratamento	Matéria seca (kg/ha)	Produção óleo (kg/ha)	Rendimento de óleo (%)
T1 - Irrigado e não-adubado	3602,22	108,93	3,02
T2 - Irrigado e adubado	3925,86	118,44	3,01
T3 - Não irrigado e não-adubado	3367,16	113,61	3,37
T4 - Não irrigado e adubado	2564,43	85,98	3,35

**Tabela 3. Avaliação do rendimento de óleo e do teor de safrol, em plantas de *Piper hispidinervum*, em laboratório, no período de setembro/98 a março/99, Igarapé-Açu, PA.**

Idade das plantas (mês)	Rendimento de óleo (%)				Teor de safrol (%)			
	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
3	2,83	2,98	2,83	3,14	82,8	71,4	82,2	74,5
5	2,15	3,22	1,48	1,91	92,6	90,1	87,2	89,2
7	3,14	3,17	3,53	3,25	83,1	89,8	95,2	84,7
9	3,57	4,11	4,51	3,17	80,1	86,6	88,4	82,9
11	4,32	4,31	4,82	4,79	90,4	91,4	89,9	91,0

Com base nos resultados, infere-se que o cultivo irrigado possibilitará a realização de pelo menos dois cortes anuais, com produção satisfatória de biomassa. E que, com os valores estimados de produção de óleo essencial de pimenta longa, aos sete e onze meses após o plantio, é possível atingir a produção de 250 kg/ha/ano descrita por Rocha Neto *et al.* (1999).

O estudo sugere ainda, que a pimenta longa responde prontamente a suplementação hídrica, transformando prontamente as condições favoráveis, como por exemplo a adubação, em incrementos de matéria seca, aumentando dessa forma a produção de óleo essencial. Por outro lado, a deficiência hídrica imposta em qualquer fase do crescimento vegetativo, causa reduções no acúmulo de matéria seca e, conseqüentemente, na produtividade final.

## CONCLUSÕES

O suprimento adequado de água favorece boa formação de área foliar até o sétimo mês após o plantio, indicando crescimento apto para execução do primeiro corte, a partir do qual a planta exporta reservas para a haste principal.

Nas condições de estudo, em cultivos irrigados, será possível a realização de pelo menos dois cortes anuais de biomassa, possibilitando uma produção econômica de óleo essencial de pimenta longa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMBRAPA-CPATU. Pesquisa sobre utilização e conservação do solo. Relatório final do convênio EMBRAPA-CPATU/GTZ. Belém: EMBRAPA-CPATU, 1986. 291p. (EMBRAPA-CPATU, Documento, 40).

ROCHA NETO, O.G.; OLIVEIRA Jr., R.C.; CARVALHO, J.E.U.; LAMEIRA, O.A.; SOUSA, A.R.; MARADIAGA, J.B.G., 1999, Principais produtos extrativos da Amazônia e seus coeficientes técnicos. Brasília: IBAMA. p.41-47.

# PRODUÇÃO DE MATÉRIA SECA E ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C.DC.) EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NPK E DA CALAGEM<sup>1</sup>

Mariangela de Moraes Messias Sousa<sup>2</sup>

Francisco José da Silva Léo<sup>3</sup>

Flávio Araújo Pimentel<sup>4</sup>

## INTRODUÇÃO

O safrol é um componente químico aromático empregado na indústria química como fixador de aromas e como agente sinérgico de inseticidas, que possui grande demanda no mercado mundial. A espécie *Piper hispidinervum* C.DC., vulgarmente chamada de pimenta longa, foi identificada como uma planta produtora de óleo essencial rico em safrol e vem se tornando importante alternativa econômica para os agricultores tradicionais e famílias extrativistas da Amazônia, especialmente no Estado do Acre (Silva, 1993; Pimentel et al., 1998; Neto et al., 1999).

No entanto, a Região Amazônica é caracterizada por apresentar solos profundos, pobres e ácidos, que apresentam fortes limitações quanto à fertilidade natural, sendo o fósforo o elemento mais limitante, seguido do potássio e nitrogênio. No Acre têm sido verificado que a acidez nos solos prejudica o desenvolvimento da maioria das culturas (Amaral & Souza, 1998), podendo ocasionar deficiência e toxicidade nutricional. O uso do calcário é um importante instrumento para corrigir essa acidez, promovendo aumento no teor de Ca e Mg, elevação do pH e aumento da disponibilidade de fósforo e molibdênio, além de favorecer a fixação biológica do nitrogênio (Fageria et al., 1999).

Como a pimenta longa é uma planta ainda em fase de domesticação, há poucas informações disponíveis na literatura sobre a utilização de adubação mineral. Avaliações preliminares realizadas por Brasil & Viégas (1998) no Pará, sobre a adubação NPK em pimenta longa, mostraram que houve aumento da produtividade de matéria seca da parte aérea.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a adubação com diferentes doses de nitrogênio, fósforo e potássio, em solo com e sem calagem, sobre a produtividade de matéria seca de ramos mais folhas e de óleo essencial de pimenta longa.

<sup>1</sup> Pesquisa Financiada pelo Department for International Development, Dfid.

<sup>2</sup> Eng. agríc., M.Sc., Bolsista CNPq/DCR.

<sup>3</sup> Eng. agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Gado de Leite.

<sup>4</sup> Eng. agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Acre.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram instalados em julho de 1996, no campo experimental da Embrapa Acre, em solo do tipo Argissolo Vermelho-Escuro, textura argilosa, cuja a análise química observou: pH= 4,85; P= 1,0 mg / dm<sup>3</sup>; K= 39,5 mg/dm<sup>3</sup>; Ca = 1,165 cmol<sub>c</sub> / dm<sup>3</sup>; Mg = 1,185 cmol<sub>c</sub> / dm<sup>3</sup>; Al=1,265 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup>; H+Al= 3,715 cmol<sub>c</sub>/dm<sup>3</sup> e M.O= 12,6 g/dm<sup>3</sup>. As médias anuais de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa variaram em torno de 25°C, 1.700 mm e 82%. A distribuição de chuvas é concentrada no período de outubro a março, correspondente a 75% da precipitação (Relatório Técnico Anual..., 1992).

Foram realizados dois experimentos: um, em solo, recebeu calagem e outro que não recebeu calagem. No solo calcareado aplicou-se 1,78 t/ha de calcário dolomítico, incorporado a aproximadamente 20 cm de profundidade, por meio de gradagem, ficando a área em repouso por 60 dias antes do plantio. A quantidade de calcário foi definida com base no critério de elevação da saturação por bases para 60%, conforme recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (1989). Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 3 x 3, com três repetições. Os fatores foram três doses de nitrogênio (0, 8 e 16 g/planta de N), três doses de fósforo (0, 5 e 10 g/planta de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e três doses de potássio (0, 5 e 10 g/planta de K<sub>2</sub>O).

O plantio foi realizado no espaçamento de 0,60 x 0,40 m. Cada parcela foi constituída de 40 plantas, com dimensões de 3,0 x 3,2 m, sendo úteis as 18 plantas centrais. A adubação mineral foi realizada em covas, utilizando-se como fontes a uréia, superfosfato triplo e o cloreto de potássio. O fósforo foi aplicado nas covas, em dose única; o nitrogênio e o potássio foram aplicados parceladamente, em três vezes, aos 30, 45 e 60 dias após o transplante, em doses iguais. Foram realizadas capinas manuais e suplementação hídrica por meio de irrigação por aspersão. As quantidades de água aplicadas foram calculadas e adaptadas de acordo com os períodos de maior ocorrência de chuvas.

Foram efetuados dois cortes, aos 6 e 12 meses após o transplante, a 40 cm de altura do nível do solo. Os caracteres avaliados foram as produções de matéria seca de ramos mais folhas (MSRF) e óleo essencial (OE) obtidos nos dois cortes realizados.

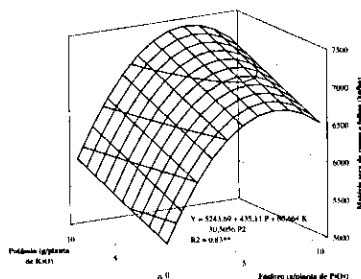
Cada ensaio foi analisado individualmente. Considerou-se inicialmente o modelo completo: " $Y_i = \beta_0 + \beta_1 N_i + \beta_2 P_i + \beta_3 K_i + \beta_4 N^2_i + \beta_5 P^2_i + \beta_6 K^2_i + \beta_7 N_i P_i + \beta_8 N_i K_i + \beta_9 P_i K_i + \beta_{10} N_i P_i K_i + \epsilon_i$ ", onde N<sub>i</sub>, P<sub>i</sub> e K<sub>i</sub> = níveis de adubação; Y<sub>i</sub> = produções de matéria seca de ramos mais folhas e de óleo essencial; e,  $\epsilon_i$  = erro experimental. A partir desse modelo foram analisados vários outros possíveis, com a (onde a) escolha do mais adequado. Para essa escolha baseou-se nos

seguintes critérios: significância do efeito da regressão e não-significância dos desvios da regressão (falta de ajustamento) avaliadas pelo teste F; significância dos coeficientes das equações de regressão testados pelo teste "t"; e, coeficiente de determinação ( $R^2$ ) acima de 80%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Ensaio em Solo que Recebeu Calagem

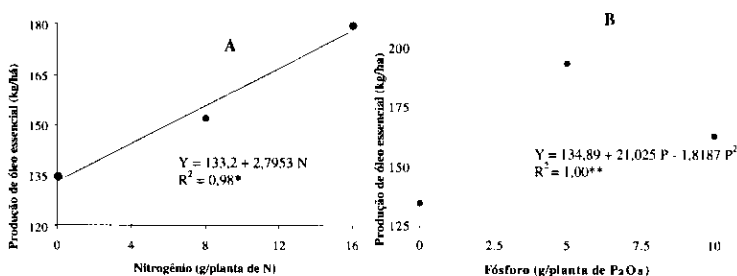
Na produção de matéria seca de ramos mais folhas (MSRF), observou-se a significância dos efeitos do fósforo ( $P < 0,01$ ) e do potássio ( $P < 0,05$ ), não havendo efeito do nitrogênio. O modelo de regressão ajustado está apresentado na Fig. 1. A produção de MSRF cresceu linearmente com as doses de K, enquanto que o fósforo promoveu efeito quadrático, sendo que o máximo MSRF (7402 kg/ha) obtido foi com a dose de 7,1 g/planta de  $P_2O_5$ , quando se utilizou a maior dose de potássio (10 g/planta  $K_2O$ ). Tal produtividade, quando comparada com a obtida na ausência de adubação com P e K (5244 kg/ha), indica que a adubação com P e K proporciona aumento de 41% na produtividade de biomassa seca.



**Fig. 1. Produção de matéria seca de ramos mais folhas de pimenta longa, em função das doses de fósforo e potássio, em solo que recebeu calagem. Rio Branco, AC. 1997 (\*\* significativo a 1%).**

Para a produção de óleo essencial (OE), os efeitos do N, P e K não foram significativos. Apenas no desdobramento da interação N x P, verificou-se que, na ausência de adubação com P, as doses de nitrogênio promoveram aumento linear na produção de OE, enquanto que na ausência de N as doses de fósforo apresentaram efeito quadrático, sendo que a máxima produtividade (196 L/ha de óleo essencial) foi alcançada com a dose de 5,78 g/planta  $P_2O_5$  (Fig. 2).

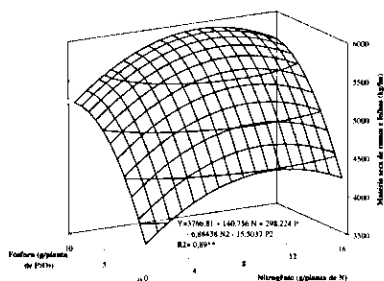




**Fig. 2. Produção de óleo essencial de pimenta longa ,em função das doses de nitrogênio, na ausência de fósforo (A); e das doses de fósforo, na ausência do nitrogênio (B), em solo que recebeu calagem. Rio branco, AC. 1997 (\*\*, \* significativos a 1% e 5%, respectivamente).**

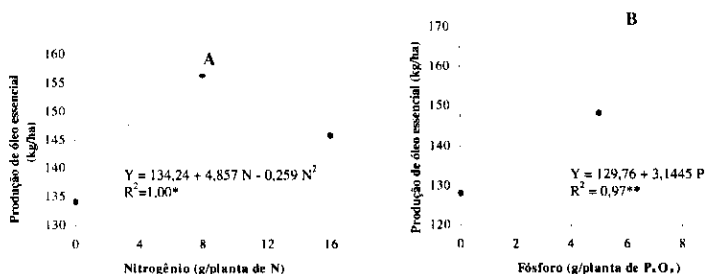
### Ensaio em Solo que não Recebeu Calagem

No experimento sem calagem, os efeitos do nitrogênio e do fósforo foram significativos a 1% de probabilidade para a produção de MSRF e não significativo para o potássio. Os dados de MSRF permitiram o ajuste do modelo de regressão apresentado na Fig. 3, em que a produção de MSRF foi independente das doses de potássio. As doses de N e P promoveram efeito quadrático na produção de MSRF, em que a resposta máxima (5920,4 kg/ha) seria obtida com a dose de 10,22 g/planta de N e 9,62 g/planta de  $P_2O_5$ .



**Fig. 3. Produção de matéria seca de ramos mais folhas de pimenta longa, em função das doses de nitrogênio e fósforo, em solo que não recebeu calagem. Rio Branco, AC. 1997 (\*\* significativo a 1%).**

Na produção de óleo essencial apenas os efeitos do N e do P apresentaram efeito quadrático e linear significativo a 5% e 1%, respectivamente, não sendo verificada nenhuma interação significativa. Pela Fig. 4 verifica-se que a produção de OE aumentou linearmente com as doses de P, o que indica que não se utilizaram doses suficientes para se obter a produção máxima. Já o aumento das doses de nitrogênio apresentou efeito quadrático, em que a máxima produção seria obtida com a dose de 9,38 g/planta de N.



**Fig. 4. Produção de óleo essencial de pimenta longa em função das doses de nitrogênio (A) e (B), em solo que não recebeu calagem. Rio Branco, AC. 1997 (\*\*, \* significativos a 1 e 5%, respectivamente).**

Em ambos os ensaios, com ou sem calagem, a adubação com P foi a que apresentou efeito mais pronunciado no aumento da produção de MSRF, o que já era esperado devido ao baixo teor de fósforo do solo utilizado nos ensaios ( $P = 1,0 \text{ mg/dm}^3$ ). Segundo Malavolta et al. (1989) é comum verificar em solos com severa deficiência em um determinado nutriente, como nesse caso, resposta muito grande da planta quando da sua aplicação na adubação. O fósforo pode ser considerado um dos fatores mais limitantes para o desenvolvimento das culturas nos solos do Acre (Amaral & Souza, 1998), devendo receber atenção especial no manejo da adubação da pimenta longa, já que apresentou influência acentuada na produção de biomassa seca.

De maneira geral, as médias obtidas para as produções de MSRF e OE foram maiores no ensaio em que o solo foi calcareado (6451 kg/ha e 167 L/ha, respectivamente), que as obtidas no solo não calcareado (5003 kg/ha e 145 L/ha, respectivamente). Entretanto, as diferenças não foram de grande magnitude, principalmente para OE. As áreas de ocorrência natural de pimenta longa concentram-se no Vale do Rio Acre, sendo em sua maioria solos Podzólicos Vermelho-Amarelo e Podzólicos Amarelo distróficos, ácidos (Amaral & Souza, 1998; Neto et al., 1999); dessa forma é de se esperar que a espécie tenha uma certa tolerância ao cultivo em solos ácidos.

## CONCLUSÕES

1. O fósforo é o nutriente de efeito mais pronunciado no aumento da produção de matéria seca de ramos mais folhas de pimenta longa.
2. As doses de fósforo promovem efeito quadrático sobre a produção de matéria seca de ramos mais folhas, em solos com e sem calagem.
3. Em solo não calcareado, as doses de nitrogênio promovem efeito quadrático sobre as produções de matéria seca de ramos mais folhas e de óleo essencial.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, E.F. do; SOUZA, A.N. de. **Avaliação da fertilidade do solo no sudeste acreano: o caso do PED/MMA no município de Senador Guiomard.** Rio Branco: EMBRAPA CPAF-Acre, 1998. 32p. (EMBRAPA CPAF-Acre. Documentos, 26).

BRASIL, E.C.; VIÉGAS, I. de J.M. **Efeito da adubação mineral na produção de matéria seca de pimenta longa (*Piper hispidinervum*).** Belém: EMBRAPA/CPATU, 1998. 4p. (EMBRAPA/CPATU. Pesquisa em Andamento, 180).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais.** 4ª. Aproximação. Lavras, 1989. 176p.

FAGERIA, N.K.; STONE, L.F.; SANTOS, A.B. dos. **Maximização da eficiência de produção das culturas.** Brasília: CNPAF, 1999. 294p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.

NETO, O.G. da R; OLIVEIRA Jr., R.C. de; CARVALHO, J.E.U. de; LAMEIRA, O.A.; SOUSA, A.R. de; MARADIAGA, J.B.G. **Principais produtos extrativos da Amazônia e seus coeficientes técnicos.** Brasília: IBAMA/CNPT, 1999. 78p.

PIMENTEL, F.A.; SOUSA, M. de M.M.; SÁ, C.P. de; CABRAL, W.G.; SILVA, M.R. da; PINHEIRO, P.S.N.; BASTOS, R.M. **Recomendações básicas para o cultivo da pimenta longa (*Piper hispidinervum*) no Estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA CPAF-Acre, 1998. 9p. (EMBRAPA CPAF-Acre. Circular Técnica, 28).

RELATÓRIO TÉCNICO ANUAL DO CENTRO DE PESQUISA AGROFLORESTAL DO ACRE – CPAF/AC. Rio Branco: EMBRAPA - CPAF/AC, 1992. 64 p. (Edição Especial).

SILVA, M.H.L. da . **Tecnologia de cultivo e produção racional de pimenta longa, *Piper hispidinervum* C. DC.** Rio de Janeiro: UFRRJ, 1993. 87p. Tese de Mestrado.

## USO DE BIOMASSA RESIDUAL DE USINAS DE ÓLEO ESSENCIAL NA ADUBAÇÃO DE PIMENTA LONGA

Edson Patto Pacheco<sup>1</sup>

Flávio Araújo Pimentel<sup>1</sup>

### INTRODUÇÃO

A pimenta longa mesmo sendo uma espécie nativa, exige algumas aptidões naturais quanto a características químicas de solos para que apresente desenvolvimento vegetativo satisfatório conforme a seguir: pH 5,4 – 6,5, Al < 0,2 cmol/dm<sup>3</sup>, Ca > 2,0 cmol/dm<sup>3</sup>, CTC > 4,5 cmol/dm<sup>3</sup> e P > 10 ppm. Considerando as condições predominantes da fertilidade natural dos solos do Acre, quase sempre, é necessário o uso de calcário e fertilizantes fosfatados para correção de áreas onde pretende-se implantar cultivos racionais de pimenta longa.

Por se tratar de uma cultura que produz um volume razoável de biomassa, que é utilizada como matéria prima para destilação do óleo essencial nas usinas, tem-se um transporte considerável de nutrientes para fora da área de cultivo, tornando-se necessárias adubações de reposição para manutenção da fertilidade das áreas, para evitar o rápido declínio das plantações. De maneira geral, os corretivos e fertilizantes químicos apresentam elevados preços no Acre, o que onera o custo de produção do óleo essencial. Uma alternativa seria a utilização do resíduo de biomassa gerada após o processo de destilação, como forma de reciclar nutrientes, fornecer matéria orgânica, melhorar a capacidade de infiltração e retenção de água no solo, reduzindo o déficit hídrico nos períodos mais secos. Além dos benefícios físicos proporcionados ao solo, a matéria orgânica ainda aumenta a CTC, a disponibilidade de nutrientes no solo e oferece condições ideais para o desenvolvimento da meso e microfauna do solo.

Este trabalho teve como objetivo estudar a composição bromatológica da biomassa de pimenta longa, a fim de calcular as quantidades de nutrientes transportados pelas colheitas, e o que pode retornar por meio dos resíduos das usinas.

### MATERIAL E MÉTODOS

Em área de produtor, no município de Senador Guiomard Santos, AC, foram coletados três tipos de materiais: planta inteira (para determinação da quantidade de nutrientes transportados pela colheita), resíduo após a destilação de biomassa seca e resíduo após a destilação de biomassa fresca. No laboratório de bromatologia da Embrapa Acre, as três amostras foram submetidas a análise bromatológica para determinação das porcentagens

<sup>1</sup> Eng.-Agr., M.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, CEP 69.908-970, Rio Branco, AC.

dos macronutrientes primários (nitrogênio, fósforo e potássio) e secundários (cálcio, magnésio e enxofre), além da porcentagem de carbono orgânico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 está apresentado os teores de nutrientes que compõe a matéria seca de plantas inteiras no momento do corte, resíduo da destilação de folhas e ramos secundários secos, e resíduo da destilação de folhas e ramos secundários verdes, bem como as relações entre carbono e nitrogênio destes materiais.

**Tabela 1. Porcentagens de N, P, K, Ca, Mg, S, C e relação C/N, em biomassa de plantas inteiras, resíduo destilado seco e resíduo destilado verde.**

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tuckey a 5 % de probabilidade.

Conforme os dados apresentados anteriormente, e considerando uma

Biomassa	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)	S (%)	C (%)	C/N
Planta Inteira	1,44 a	0,16 a	1,97 a	0,70 a	0,22 a	0,35 a	47,6 b	33,0 c
Destil. Seco	1,97 b	0,23 c	3,07 c	0,86 b	0,28 a	0,46 b	44,6 a	22,6 b
Destil. Verde	3,23 c	0,19 b	2,34 b	0,97 b	0,34 b	0,44 b	45,1 a	13,9 a

produção média de aproximadamente 5000 kg/ha de matéria seca total (plantas inteiras), determinou-se que para cada hectare de pimenta longa colhido são transportados para fora da área de produção as seguintes quantidades de N P K:

- Nitrogênio = 72 kg/ha de N
- Fósforo = 18,5 kg/ha de  $P_2O_5$
- Potássio = 118,5 kg/ha de  $K_2O$

Considerando lavouras com estande de 10.000 planta/ha, esses valores representariam uma adubação de reposição com fertilizantes químicos nas proporções de:

- Nitrogênio = 7,20 g de N/planta
  - 36 g de sulfato de amônio/planta ou
  - 16 g de uréia/planta
- Fósforo = 1,85 g de  $P_2O_5$ /planta
  - 9,3 g de superfosfato simples/planta ou
  - 4,6 g de superfosfato triplo/planta
- Potássio = 11,95 g de  $K_2O$ /planta
  - 19,9 g de cloreto de potássio/planta

Essas quantidades de fertilizantes foram calculadas com base em uma absorção pelas plantas de 100 % do N P K aplicado, sendo que, deve-se considerar perdas por erosão, lixiviação e indisponibilidade devido a fixação pelos colóides do solo.

Em média, um hectare de pimenta longa produz 3000 kg de matéria seca de biomassa composta somente por folhas e ramos secundários. Conforme a tabela 1, observa-se que o resíduo de biomassa destilada seca ou úmida possui teores de N, P e K mais elevados do que a planta inteira. Isso é devido a biomassa destilada ser constituída somente por folhas e ramos secundários, onde estão as maiores concentrações desses elementos. Normalmente, as leguminosas possuem teores de nitrogênio entre 2 e 3 % e relação C/N entre 15% e 30%, o que lhes confere uma rápida decomposição. O resíduo de biomassa após a destilação possuem teores de N e relação C/N semelhante a de leguminosas. Esse fato explica o relato de produtores a respeito da rápida decomposição do material destilado, e o aspecto de vigor das plantas que recebem este tipo de adubação orgânica.

A amostra retirada do resíduo de biomassa destilada verde já estava em processo de decomposição devido ao seu alto teor de umidade, e por estar armazenada por 20 dias no pátio da usina do produtor, não permitindo estimar qual seria a quantidade disponível deste material, originada de 1 ha de pimenta longa. Sendo assim, para uma estimativa do que poderia ser retornado para área de cultivo, serão considerados os teores dos elementos contidos no resíduo de biomassa destilada seca, que estava armazenado no pátio da usina somente a dois dias, possuía um baixo teor de umidade e não havia entrado em processo de decomposição.

Considerando-se as porcentagens de N, P e K do destilado seco (Tabela 1), e uma quantidade de matéria seca de 3000 kg produzidas por hectare, se redistribuída na lavoura, quando totalmente mineralizada forneceria as seguintes quantidades dos três macronutrientes:

- Nitrogênio = 1,97 % de N x 3000 kg/ha = 59,1 kg de N/ha
- Fósforo = 0,53 % de  $P_2O_5$  x 3000 kg/ha = 15,9 kg de  $P_2O_5$ /ha
- Potássio = 3,7 % de  $K_2O$  x 3000 kg/ha = 111,0 kg de  $K_2O$ /ha

## CONCLUSÕES

Considerando os valores calculados para macronutrientes transportados pelas colheitas, e as quantidades estimadas no resíduo após a destilação, o produtor estaria devolvendo 82%, 86% e 94% do N,  $P_2O_5$  e  $K_2O$ , respectivamente, necessários para o desenvolvimento da lavoura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, E.F. do.; PACHECO, E.P., PEREIRA, J.B.M. Aptidão natural para o cultivo de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) no Estado do Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000, p. 1-4. (Embrapa Acre. Instrução Técnica, 32).



## **APTIDÃO NATURAL PARA CULTIVO DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum*) NO ACRE**

Eufran Ferreira do Amaral<sup>1</sup>

Edson Patto Pacheco<sup>2</sup>

João Batista Martiniano Pereira<sup>3</sup>

### **INTRODUÇÃO**

Uma das culturas promissoras para o Estado do Acre é a pimenta longa, por tratar-se de uma planta nativa que ocorre principalmente em áreas de capoeira e que ainda hoje é encarada pela maioria dos produtores, como uma planta invasora de difícil controle em áreas de agricultura de subsistência e nas pastagens. O atual Governo do Estado já elencou 9 espécies como sistemas de produção estratégicos visando fortalecer a economia do setor primário, provenientes de áreas desmatadas e, uma destas é a Pimenta Longa. O trabalho objetivou caracterizar os locais de ocorrência de populações nativas de pimenta longa.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente estudo foi desenvolvido em nove municípios do Acre: Senador Guimard, Plácido de Castro, Porto Acre, Xapuri, Brasiléia, Bujari, Acrelândia, Rio Branco e Assis Brasil. Em cada uma das localidades, após a demarcação das áreas-teste, foram coletadas amostras de solo para caracterização física e química, a partir abertura de perfil para classificação pedológica.

A partir destes dados foram definidas as características químicas, morfológicas e físicas ideais para a ocorrência da pimenta longa, em condições naturais. Estes dados foram espacializados, tomando-se como base o mapa pedológico do Estado do Acre, (Amaral et al., 2000)

Os parâmetros utilizados para definir a aptidão foram: drenagem, relevo, profundidade, pH, alumínio, cálcio, carbono, capacidade de troca de cátions e fósforo.

Cada parâmetro foi analisado e enquadrado em uma classe de aptidão, conforme a descrição a seguir:

- a) Inapta – Classe de aptidão que não apresenta características favoráveis para o cultivo da pimenta longa;

<sup>1</sup> Eng.-Agr., B.Sc., Embrapa Acre, BR 364. Km 14, Caixa Postal 321, CEP 69908-970. Rio Branco, AC.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., M.Sc., Embrapa Acre.

<sup>3</sup> Eng.-Agr., M. c., Embrapa Acre.

- b) Restrita – Classe de aptidão que apresenta características que devem ser corrigidas e/ou monitoradas para se ter condições favoráveis para o cultivo da pimenta longa;
- c) Preferencial – Classe de aptidão que apresenta características favoráveis para o cultivo da pimenta longa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros selecionados foram cruzados em um sistema de informação geográfica (Arc View) e obtido um mapa de aptidão natural para o cultivo da pimenta longa (*Piper hispidinervium*), na escala de 1:1.000.000, foram identificadas seis classes de aptidão, a seguir discriminadas:

**Inapta** – Áreas nas quais não devem ser cultivada a pimenta longa, por apresentar restrições severas no que se refere a fertilidade e/ou aspectos morfológicos. Ocupam cerca de 9% do território acreano.

**Inapta (química)** – Áreas que tem boa morfologia, no entanto apresentam características de fertilidade desfavoráveis ao cultivo, podendo ser corrigidas através de calagem e/ou adubação. É a classe de aptidão de menor expressão representando apenas cerca de 1% do território acreano.

**Restrita** – Áreas que apresentam um ou mais atributos desfavoráveis nas características químicas e morfológicas. Representam a maior classe de aptidão com cerca de 51% do território acreano.

**Restrita (morfologia)** – Classe intermediária que representa em torno de 22% do território acreano. Estas áreas apresentam um ou mais atributos desfavoráveis quanto as características morfológicas.

**Restrita (química)** – São áreas que apresentam um ou mais atributos desfavoráveis nas características químicas. Perfazem apenas cerca de 2% do território acreano.

**Preferencial** – São áreas que não apresentam restrições naturais ao cultivo da pimenta longa, recomendando-se a realização de tratos culturais das lavouras. Esta classe representa cerca de 15% do território acreano.

## CONCLUSÕES

Este levantamento permitiu definir áreas básicas para cultivo racional de pimenta longa no Estado do Acre, desde que, observadas informações de fertilidade, relevo, drenagem e profundidade efetiva do solo, a partir da análise de campo em cada área a ser cultivada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, E.F. do., ARAÚJO, E.A. de, MELO, A.W.F. de., RIBEIRO NETO, M.A., SILVA, J.R.T. da; SOUZA, A.N. Solos e aptidão agroflorestal. In: Acre. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Acre. Zoneamento Ecológico Econômico: indicativos para a gestão territorial do Acre; documento final – 1ª fase. Rio Branco: SECTMA, 2.000. v.1., p. 37-49.

## CONTROLE QUÍMICO DE PLANTAS DANINHAS EM PLANTIO DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervium* C.D.C.)<sup>1</sup>

Raimundo Evandro Barbosa Mascarenhas<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

A presença de plantas daninhas na cultura da pimenta longa constitui um sério problema bioeconômico enfrentado pelos agricultores principalmente, durante a fase de implantação, quando as plantas se desenvolvem a pleno sol. O método tradicional da capina manual aplicado isoladamente e empregado pela grande maioria dos produtores, tem-se mostrado ineficiente e pelo baixo rendimento operacional que apresenta e com elevado custo devido a frequência de capinas para manter a área livre de concorrência das plantas daninhas principalmente nos períodos mais chuvosos do ano. Além disso a pimenta longa possui sistema radicular pouco profundo, concentrado nos primeiros 60 cm do solo, devido a isso a capina manual como vem sendo praticada danifica o sistema radicular, prejudicando o desenvolvimento e nutrição das plantas.

Nessas condições os herbicidas se constituem uma alternativa viável, prática e econômica em substituição e capina manual no controle das plantas daninhas, pois apresenta alto rendimento operacional, eficiência elevada, reduzindo a mão-de-obra e conseqüentemente diminuindo os custos de manutenção da cultura. Todavia o emprego dos herbicidas deve ser considerado como mais uma ferramenta a disposição do produtor, no contexto do controle integrado ou combinado, e não como um substituto dos demais métodos: preventivo, mecânico, físico e cultural no combate às plantas daninhas na cultura da pimenta longa.

### METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido de setembro a dezembro de 2000 e de janeiro a março de 2001, na região do Nordeste Paraense, uma das mais antigas áreas de exploração agrícola do Estado do Pará, com os produtores da vila de São Jorge do Jabuti, no Município de Igarapé-Açu (PA), distante cerca de 128 km da cidade de Belém (PA).

Foi efetuado o levantamento florístico das plantas daninhas em toda a área, através do método visual e coleta de todas as espécies presentes na área antes e após a aplicação dos herbicidas; A coleta do material botânico obedeceu a retirada de três ramos por planta, preferindo-se as que estavam

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo Cepartment for international Development – DFID.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., M.Sc. Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Cx. Postal 48.CEP 66.017-970. Belém, PA. E-mail: evandro@cpatu.embrapa.br;

floridas e/ou frutificadas. Em seguida foram prensadas, secadas em estufa elétrica a temperatura de 40°C e enviadas ao herbário IAN, pertencentes a EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, no qual foi identificado e incorporado ao seu acervo através de excisas.

As espécies foram relacionadas na tabela 1, em ordem alfabética, nas quais estão listados os nomes científicos, vulgares, as famílias e os tipos de cotilédones.

Os ensaios foram conduzidos em uma área de plantio de pimenta longa com espaçamento de 1m x 1m com três anos de idade bastante infestada de plantas daninhas, sendo testados os herbicidas glyphosate e 2,4-D, aplicados isolados ou em misturas em pós-emergências das plantas daninhas em parcelas de 5 m x 10 m.

Empregaram-se os seguintes tratamentos: (T1) capina manual, (T2) glyphosate 2l /ha, (T3) glyphosate 3l /ha, (T4) 2,4-D 2l /ha, (T5) 2,4-D 3l /ha, (T6) glyphosate 2l /ha +2,4-D 2l /ha (T7), glyphosate 3l /ha +2,4-D 3l /ha. As dosagens indicadas correspondem ao produto comercial com as formulações expressas em ingrediente ativo (i.a) sendo 360g/l para o glyphosate e 670g/l para o 2,4-D.

Para a aplicação dos herbicidas, empregou-se um pulverizador costal manual com capacidade para 20 litros, dotado de bico, teejet de jato em forma de leque, referência 110SF015 e o volume de calda foi calibrado de acordo com teste em branco para uma vazão de 300 litros de calda por hectare. A aplicação da calda foi feita em área foliar total das plantas daninhas, com jato dirigido usando o protetor (chapéu de Napoleão) para evitar o efeito danoso da deriva à cultura. Foram feitas duas capinas manuais durante o primeiro experimento e três capinas durante o segundo experimento, devido abranger o período mais chuvoso.

As avaliações foram feitas aos 7, 15, 30, 45 e 60 dias após a aplicação dos tratamentos de acordo com a escala E.W.R.C. – European Weed Research Council, para verificar a fitotoxicidade dos herbicidas sobre as plantas daninhas e sobre a cultura, sendo atribuída à cultura a nota 100 para nenhuma injúria na planta e a nota 0 (zero) para a morte total da planta.

## RESULTADOS

De acordo com os levantamentos florísticos, foram registradas 15 famílias representadas por 40 espécies, sendo 15 monocotilédneas e 25 dicotilédneas. As famílias Cyperaceae, Graminae e Euphorbiaceae registraram maior número de espécies, 8,6 e 6 respectivamente na Tabela 1, em ordem alfabética, nas quais estão listados os nomes científicos, vulgares as famílias e os tipos de cotilédones.

Nos períodos estudados, observou-se que o tratamento capina manual não controlou eficientemente as plantas daninhas, principalmente as espécies perenes que se reproduzem vegetativamente, exigindo um número maior de capinas no período chuvoso. Os tratamentos Glyphosate 2l/ha e 3l/ha controlaram monocotiledôneas, e os tratamentos 2,4-D, 2l/ha e 3l/ha as dicotiledôneas. As misturas de glyphosate e 2,4-D, controlaram tanto as monocotiledôneas quanto as dicotiledôneas, sendo as dosagens menores recomendadas para as plantas daninhas nos estádios de 2 a 5 folhas e as maiores para plantas mais desenvolvidas. Não foi observado nenhum efeito fitotóxico dos herbicidas sobre as plantas de pimenta longa.

**TABELA 1. Nome científico, família, nome vulgar, tipo de cotilédono de plantas daninhas identificadas nos levantamentos florísticos efetuados de setembro a dezembro de 2000 e de janeiro a março de 2001, em áreas de plantio de pimenta longa, na vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-açu, PA.**

Espécie	Família	Nome vulgar	Tipo de Cotilédono
<i>Amorimium cuneifolium</i> Sieb. & Steud.	Asteraceae	Picão roxo, mentrasto	Dicotiledônea
<i>Borreria latifolia</i> Schum.	Rubiaceae	Vassourinha de botão, poiaia do campo	Dicotiledônea
<i>Borreria verticillata</i> G.F.W. Mey	Rubiaceae	Vassourinha de botão, falsa poiaia	Dicotiledônea
<i>Cassia arborea</i> Urb.	Flacourtiaceae	-	Dicotiledônea
<i>Croton lobatus</i> Forst.	Euphorbiaceae	Calê bravo, sangregão	Dicotiledônea
<i>Croton palanostigma</i> K.L.	Euphorbiaceae	-	Dicotiledônea
<i>Croton ininitalis</i> Millsp.	Euphorbiaceae	-	Dicotiledônea
<i>Cyperus diffus</i> Roxb.	Cyperaceae	Tiririca, capim-agreste	Monocotiledônea
<i>Cyperus ferax</i> Benth.	Cyperaceae	Capim-de-cheiro, tirirício	Monocotiledônea
<i>Cyperus flavus</i> Boeck.	Cyperaceae	Barba de bode, tiririca	Monocotiledônea
<i>Cyperus haspan</i> Linn.	Cyperaceae	Tiririca, junça	Monocotiledônea
<i>Cyperus sphecelatus</i> Rottb.	Cyperaceae	Tiririca, três quinças	Monocotiledônea
<i>Desmodium carbatum</i> Benth. & Oerst.	Leguminosae	Carrapicho, pega-paga	Dicotiledônea
<i>Dichromena ciliata</i> Vahl.	Cyperaceae	Capim-estrela	Monocotiledônea
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd.	Poaceae	Capim-milhã, capim-de-roça	Monocotiledônea
<i>Emilia sonchifolia</i> DC.	Asteraceae	Serralha, pincol	Dicotiledônea
<i>Eragrostis abyssinica</i> Schrad.	Poaceae	-	Monocotiledônea
<i>Eragrostis ciliaris</i> Kunth.	Poaceae	Capim mimiso	Monocotiledônea
<i>Eupatorium ciliato</i>	Asteraceae	Leiteira, erva de santa luzia	Dicotiledônea
<i>Eupatorium squalellum</i> DC.	Asteraceae	Tefé	Dicotiledônea
<i>Euphorbia hirta</i> Linn.	Euphorbiaceae	-	Dicotiledônea
<i>Euphorbia trymifolia</i> Forsk.	Euphorbiaceae	Mata pasto	Dicotiledônea
<i>Fimbristylis annua</i> Roem. & Schult	Cyperaceae	Cominho	Monocotiledônea
<i>Fimbristylis micraea</i> Vahl.	Cyperaceae	Cominho, cabelo de negro	Monocotiledônea
<i>Hybanthus ipacacuanha</i> (Linn) Bailon	Violaceae	Ipacacuanha	Dicotiledônea
<i>Hyptis atrorubens</i> Poit.	Labiatae	Hortelã, hortelã do mato	Dicotiledônea
<i>Imperata brasiliensis</i> Trin.	Poaceae	Sapé, capim sapé	Monocotiledônea
<i>Lindernia crustacea</i> F. Muell.	Escrophulariaceae	Douradinha	Dicotiledônea
<i>Melinis minutiflora</i> Beauv.	Poaceae	Capim-gordura, capim melado	Monocotiledônea
<i>Molugo verticillata</i> Linn.	Azooceae	Molugo, molungo	Dicotiledônea
<i>Memora aliamanditoria</i> Bur. Ex. K. Schum	Bignoniaceae	-	Dicotiledônea
<i>Okidandia lencifolia</i> DC.	Rubiaceae	-	Dicotiledônea
<i>Panicum pilosum</i> S.W.	Poaceae	-	Monocotiledônea
<i>Paspalum maritimum</i> Trin.	Poaceae	Capim-gengibre	Monocotiledônea
<i>Phyllanthus niruri</i> Thumb.	Euphorbiaceae	Quebra pedra, erva pombinha	Dicotiledônea
<i>Spigelia anthelmia</i> Linn.	Loganiaceae	Erva lombrigueira	Dicotiledônea
<i>Stachytarpheta cayennensis</i> (Rich.) Vahl	Verbenaceae	Rinchão, verbena falsa	Dicotiledônea
<i>Urena lobata</i> Linn.	Malvaceae	Malva, guaxuna	Dicotiledônea
<i>Vernonia anerea</i> (Linn) Less.	Asteraceae	Paricabo	Dicotiledônea
<i>Zornia latifolia</i> Moench.	Leguminosae	-	Dicotiledônea

## CONCLUSÃO

O controle químico por meio dos herbicidas glyphosate e 2,4-D, em mistura manteve as plantas de pimenta longa livres da interferência das plantas daninhas monocotiledôneas e dicotiledôneas por um período de 60 dias, portanto deve ser um componente integrado ou combinado dos métodos preventivo, mecânico e cultural em plantios de pimenta longa na Amazônia.

# **INFLUÊNCIA DA ALTURA DE CORTE NA PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM POPULAÇÃO NATIVA DE PIMENTA LONGA DO ESTADO DO ACRE**

José Tadeu de Souza Marinho<sup>1</sup>

Flávio Araújo Pimentel<sup>1</sup>

## **INTRODUÇÃO**

A pimenta longa, espécie nativa do Acre, é ainda considerada por muitos produtores como uma planta daninha. Apresenta dispersão natural em vários municípios do Estado e nas mais diversas situações de ocorrência (capoeiras, roçados e pastagens). Estas populações naturais são de grande importância para o melhoramento genético da espécie, tanto pela diversidade apresentada em seu habitat natural, quanto para preservação da mesma. A planta passou a despertar interesse da indústria química e pesquisa a partir da identificação, em sua parte aérea, de um óleo essencial com alto teor de safrol, utilizado principalmente na fixação de aromas. Tratando-se de uma cultura em processo de domesticação sendo considerada por muitos uma planta invasora, a exploração das populações nativas pode ser uma alternativa viável para produção de óleo essencial. O presente trabalho objetivou avaliar o efeito da altura de corte para viabilizar a exploração de populações nativas de pimenta longa com enfoque no aumento da produtividade de biomassa.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi instalado no início de 2001, numa propriedade rural do município de Brasiléia, AC, utilizando-se uma população nativa de pimenta longa com aproximadamente cinco anos de idade, numa área total aproximada de um hectare. O corte foi realizado em abril de 2001, com roçadeira costal motorizada retirando-se todos os ramos das plantas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições e quatro tratamentos. Em cada parcela medindo 18,5 m x 22,8 m, foram avaliados as alturas de corte (40 cm e 60 cm) em um corte realizado em abril. As plantas objeto do estudo originaram-se de sementes de plantas matrizes da própria população e como critério para adensamento realizou-se desbaste de plantas com objetivo de homogeneizar a densidade de plantas e torná-lo semelhante ao mesmo utilizado em cultivos comerciais desta espécie. No momento da colheita foram avaliados os parâmetros: estande, altura de plantas (m) e produção de biomassa verde (kg), por meio da pesagem dos ramos cortados.

<sup>1</sup> Eng.-Agr., M.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, CEP 69908-970, Rio Branco, AC.

Em uma fase seguinte do trabalho serão avaliados duas frequências de corte (um anual em abril e outro duas vezes ao ano abril e novembro), está prevista ainda a inclusão de outros parâmetros de avaliação, como: número de brotações, estande de sobrevivência de plantas, produção de óleo e teor de safrol.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, observa-se que os parâmetros peso de biomassa verde e estande, não foram influenciados pelo tratamento altura do corte. Quanto ao parâmetro altura de plantas, nos tratamentos em que esta prevista a realização de dois cortes por ano (abril e novembro), observou-se nesta avaliação que estes tratamentos foram significativamente superiores aos tratamentos que receberão apenas um corte, pelo teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade. A altura de plantas não promoveu diferenças significativas no aumento da produção de biomassa verde. A produtividade média de biomassa (3.975 kg/ha) foi muito semelhante àquela obtida em áreas cultivadas (4.000 kg/ha) e bem superior em relação a resultados obtidos com populações nativas que variaram de 250 até 2.500 kg/ha (Pimentel & Pinheiro, 2000). O resultado é preliminar, necessitando de confirmação a partir dos próximos cortes a ser realizados nos meses de novembro e abril.

**TABELA 1. Média de altura de plantas, biomassa verde e estande final das plantas cortadas em uma população nativa de pimenta longa com idade de dois anos. Brasília, AC, 2001.**

TRATAMENTOS*	ALTURA DE PLANTAS (m)**	BIOMASSA VERDE (kg/ha)***	ESTANDE DE PLANTAS
A <sub>2</sub> C <sub>2</sub>	3,46a	3.280	94
A <sub>1</sub> C <sub>2</sub>	3,10a	3.720	78
A <sub>1</sub> C <sub>1</sub>	2,62b	4.480	71
A <sub>2</sub> C <sub>1</sub>	2,49b	4.420	66
MÉDIA GERAL	2,92	3.975	77
C V (%)	12,39	19,02	47,54

\* A<sub>1</sub> – altura de corte de 40cm.

A<sub>2</sub> – altura de corte de 60cm.

C<sub>1</sub> – um corte ao ano e C<sub>2</sub> – dois cortes ao ano.

\*\* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

\*\*\* Considerando-se um teor de umidade de 20%.



## CONCLUSÕES

A análise demonstra a necessidade de realizar novas avaliações, com a inclusão de parâmetros, especialmente os de laboratório.

A altura das plantas não influenciou no aumento da produção de biomassa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PIMENTEL, F, A.; PINHEIRO, P. S. N. Mapeamento e caracterização de habitats naturais de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) no município de Brasiléia. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000, 20p. (Embrapa Acre. Boletim de Pesquisa, 28).

**TEMA III**  
**Fitossanidade**

## CARACTERIZAÇÃO DE ISOLADOS DE *Ralstonia solanacearum* EM CULTIVOS DE PIMENTA LONGA DO ESTADO DE RONDÔNIA<sup>1</sup>

Maria de Jesus B. Cavalcante<sup>2</sup>; Carlos Alberto Lopes<sup>3</sup>

### INTRODUÇÃO

A murcha-bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum*, ocorre em todas as regiões do Brasil, principalmente onde ocorrem altas temperatura e umidade, associada a um grande número de plantas cultivadas e daninhas (Takatsu & Lopes, 1997). A bactéria é habitante natural do solo, onde pode sobreviver por muitos anos, associada a raízes de plantas que podem ou não desenvolver sintomas da doença (Lopes, 1994). Considerando a complexidade que envolve a sua sobrevivência no solo e o seu amplo círculo de hospedeiras, o seu controle é extremamente difícil, em especial na Região Amazônica; para exemplificar, o cultivo de tomateiro nesta região é economicamente inviável devido à murcha-bacteriana (Noda & Machado, 1996).

A murcha-bacteriana foi recentemente encontrada infectando pimenta longa (*Piper hispidinervum*), planta arbustiva, nativa do Estado do Acre, que atualmente vem sendo cultivada comercialmente para extração do óleo essencial safrol, utilizado nas formulações de inseticidas biodegradáveis com baixa toxicidade e como fixador de fragrâncias e cosméticos.

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os isolados de *Ralstonia solanacearum* infectando plantios comerciais de pimenta longa em Vilá Extrema, RO.

### MATERIAL E MÉTODOS

Cinco isolados de *R. solanacearum* foram coletados de plantas de pimenta longa em áreas de produtores localizados em três ramais às margens da BR 364, onde foi observada alta incidência da murcha-bacteriana. A bactéria foi isolada da base do caule de plantas murchas, em meio contendo tetrazólio (Kelman, 1954). A caracterização da biovar foi feita colocando-se os isolados em meio básico contendo cada uma das fontes de carbonos (lactose, maltose, celobiose, manitol, sorbitol e dulcitol) com o indicador azul de bromotimol (Hayward, 1991). Aos 14 dias de incubação a 28°C, registrou-se o crescimento bacteriano, indicado pela coloração amarela. Isolados representantes de cada biovar foram usados como testemunha.

<sup>1</sup>Pesquisa financiada com recursos do Department for International Development - DFID.

<sup>2</sup>Embrapa Acre, Caixa Postal 321, 69908-970, Rio Branco, AC.

<sup>3</sup>Embrapa Hortaliças, Caixa Postal 218, 70.359-970, Brasília, DF.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nenhum dos cinco isolados de pimenta longa provenientes de Rondônia foi capaz de se desenvolver nos tubos contendo as fontes de carbono fornecidas, indicado pela permanência da coloração verde-oliva nos tubos. Assim, pode-se concluir que estes isolados pertencem à biovar I, em contraste com isolados de outras biovars que utilizam açúcares e/ou álcoois.

Embora as biovars I e III sejam comumente encontradas em solanáceas na Região Norte do Brasil (Reifschneider & Takatsu, 1986), somente isolados da biovar I têm sido encontrados em pimenta longa neste trabalho e em relato prévio da doença no Estado do Pará (Lopes et al., 1997), sugerindo especificidade nesta interação patógeno x hospedeira. Esta possível especificidade necessita ser melhor estudada para a definição de estratégias de controle através de rotação de culturas e desenvolvimento de genótipos resistentes.

## CONCLUSÕES

Todos os cinco isolados de *R. solanacearum* obtidos de pimenta longa de Rondônia pertencem à biovar I.

Uma possível especificidade da biovar I atacando pimenta longa na Região Norte do Brasil necessita ser melhor explorada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HAYWARD, A.C. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Annu. Ver. Phytopathol. 29:65-87. 1991.

KELMAN, A. The relationship of pathogenicity in *Pseudomonas solanacearum* to colony appearance on tetrazolium medium. Phytopathology 44:693, 1954.

LOPES, C.A. Ecologia de *Pseudomonas solanacearum*. In: Taller sobre enfermedades bacterianas de la papa. Memórias... Brasília, Embrapa CNPH, p. 17-22, 1994.

LOPES, C.A.; POLTRONIERI, L.S.; ALBUQUERQUE, F.C.; TRINDADE, D. A murcha bacteriana em pimenta longa. Horticultura Brasileira, resumo nº 140, 1997.

NODA, H.; MACHADO, F.M. Progresso na seleção de progênies de tomate resistente à murcha bacteriana através da avaliação epidemiológica. Horticultura Brasileira 11:87. 1996.

REIFSCHNEIDER, F.J.B.; TAKATSU, A. *Pseudomonas solanacearum* no Brasil: aspectos macroepidemiológicos. *Fitopatologia Brasileira* 10:213.1986.

TAKATSU, A.; LOPES, C.A. Murcha-bacteriana em hortaliças: avanços científicos e perspectivas de controle. *Horticultura Brasileira* 15 (Suplemento):170-177.1997.

## AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA À MURCHA-BACTERIANA EM PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C.DC.)

Maria de Jesus B. Cavalcante<sup>1</sup>; Carlos A. Lopes<sup>2</sup>  
Hélia Alves de Mendonça<sup>1</sup>; Francisco José da Silva Ledo<sup>3</sup>

### INTRODUÇÃO

A murcha-bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum* é a principal doença vascular de plantas, habitante natural do solo, ocorrendo em todas as regiões do Brasil, associada a grande número de plantas cultivadas e daninhas, principalmente as solanáceas (Kimura et al., 1996). É considerada uma doença de difícil controle devido a sua ampla gama de hospedeiras e variabilidade do patógeno. A doença foi recentemente encontrada infectando pimenta longa (*Piper hispidinervum*) (Lopes et al., 1997), planta arbustiva nativa do Estado do Acre, que atualmente vem sendo cultivada comercialmente para extração de óleo essencial rico em safrol, utilizado nas formulações de inseticidas biodegradáveis com baixa toxicidade e como fixador de fragrâncias e cosméticos. A utilização de variedades resistentes, como medida de controle da doença, é a forma mais eficiente e econômica para que o produtor possa manter a produtividade da cultura.

O presente trabalho objetivou avaliar e identificar progênies/populações de pimenta longa resistentes ou tolerantes à murcha-bacteriana.

### MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente isolou-se a bactéria a partir da base do caule de plantas de pimenta longa com sintomas da doença, coletadas em plantios comerciais em Vila Extrema, RO, em meio específico contendo Kelman e mantidos em câmaras de crescimento a 28°C por 48 horas e ressuspensas em água destilada estéril.

O ensaio foi realizado em casa de vegetação utilizando delineamento de blocos casualizados com três repetições. Cada parcela foi constituída de dez plantas. As mudas foram produzidas em copos descartáveis contendo substrato a base de vermiculita. Foram avaliadas 25 populações naturais e 28 progênies de polinização aberta de *Piper hispidinervum* e 13 progênies de *Piper aduncum* provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Piper* da Embrapa Acre.

A inoculação foi realizada por meio do seccionamento das raízes de mudas

<sup>1</sup> Embrapa Acre, Caixa Postal 321, BR-364, km 14, 69.908-970, Rio Branco, AC.

<sup>2</sup> Embrapa Hortaliças, CEP 70.359-970, Brasília, DF.

<sup>3</sup> Embrapa Gado de Leite, Rua Eugênio do Nascimento, 610, CEP 36.038-330, Juiz de Fora, MG.

de pimenta longa com 45 dias de idade e imersas em suspensão de bactérias, utilizando a concentração de  $10^8$  ufc/ml, durante cinco minutos. Posteriormente as mudas foram transplantadas para vasos de plásticos (0,5 litros) com solo autoclavado, mantidos em casa-de-vegetação.

As avaliações foram realizadas a partir do sexto dia após a inoculação, até 30 dias, usando uma escala de notas variando de 1 a 5, de acordo com as seguintes classes de sintomas: 1= ausência de sintomas; 2= plantas com 1/3 das folhas murchas; 3= plantas com 2/3 das folhas murchas; 4= plantas totalmente murchas e 5= planta morta (Winstead & Kelman, 1952). O índice de murcha-bacteriana (IMB) foi calculado pela fórmula  $IMB = \sum (C \times P) / N$ , onde IMB é o índice de murcha bacteriana; C= nota atribuída a cada classe de sintoma; P= número de plantas em cada classe de sintoma e N= número total de plantas infectadas (Empig et al., 1962).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Verificaram-se diferenças significativas entre as progênies e entre populações de *Piper hispidinervum* pelo teste F ( $P \leq 0,05$ ). O índice de murcha-bacteriana das progênies de *Piper hispidinervum* variou de 2,67, obtida pela progênie 10 a 5,0 obtida pelas progênies 53, 24, 25, 1, 22, 29, 30, 26 e 28 (Tabela 1). Nota-se que todas as progênies apresentaram um elevado índice de murcha-bacteriana, no entanto, ao realizar o teste de comparação de médias, observa-se que ocorreram dois grupos com índice de murcha-bacteriana, sendo que as progênies 9, 10, 17, 18 e 23 apresentaram valores inferiores quando comparadas com as demais, as quais foram altamente suscetíveis à doença.

Na avaliação das populações de *Piper hispidinervum* o índice de murcha-bacteriana variou de 3,80 obtida pela população 106 a 5,0 obtida pelas populações 115, 123, 125, 119, 122, 30, 29, 22, 114, 103, 31 e 31 (Tabela 1). Estas populações também apresentaram alto índice de murcha-bacteriana, indicando que esta doença pode tornar-se um problema sério para a cultura de pimenta longa, uma vez que todos os materiais avaliados tanto progênies como populações, não foi encontrado nenhum indivíduo resistente à murcha-bacteriana. Observa-se que ocorreram dois grupos distintos ao se realizar o teste de comparação. As populações 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 20, 24, 26, 106 e 111 apresentaram menor índice de murcha-bacteriana, no entanto suscetíveis e as demais populações apresentaram alta suscetibilidade à doença.

Como foram avaliados um número reduzido de progênies, e apenas um nível de concentração de *Ralstonia solanacearum*, novas avaliações deverão ser realizadas visando identificar a concentração que não permita escapes de plantas suscetíveis nem provoquem quebra de resistência.

**Tabela 1. Índice Médio das progênes e populações de *Piper hispidinervum* avaliadas quanto ao índice de murcha- bacteriana. Acre, 2000/2001.**

<i>Piper hispidinervum</i>			
Progênes	Médias	Populações	Médias
10	2,67 <sup>a</sup>	106	3,80 <sup>a</sup>
17	2,76 <sup>a</sup>	16	3,97 <sup>a</sup>
18	3,34 <sup>a</sup>	13	4,00 <sup>a</sup>
9	3,43 <sup>a</sup>	15	4,00 <sup>a</sup>
23	3,53 <sup>a</sup>	12	4,13 <sup>a</sup>
56	4,00 <sup>b</sup>	111	4,20 <sup>a</sup>
12	4,13 <sup>b</sup>	10	4,23 <sup>a</sup>
51	4,27 <sup>b</sup>	9	4,26 <sup>a</sup>
35	4,33 <sup>b</sup>	11	4,27 <sup>a</sup>
7	4,33 <sup>b</sup>	26	4,33 <sup>a</sup>
55	4,40 <sup>b</sup>	20	4,47 <sup>a</sup>
6	4,57 <sup>b</sup>	24	4,53 <sup>a</sup>
34	4,67 <sup>b</sup>	118	4,73 <sup>b</sup>
21	4,67 <sup>b</sup>	17	4,80 <sup>b</sup>
33	4,67 <sup>b</sup>	115	5,00 <sup>b</sup>
32	4,76 <sup>b</sup>	123	5,00 <sup>b</sup>
54	4,87 <sup>b</sup>	125	5,00 <sup>b</sup>
27	4,90 <sup>b</sup>	119	5,00 <sup>b</sup>
52	4,93 <sup>b</sup>	122	5,00 <sup>b</sup>
53	5,00 <sup>b</sup>	30	5,00 <sup>b</sup>
24	5,00 <sup>b</sup>	29	5,00 <sup>b</sup>
25	5,00 <sup>b</sup>	22	5,00 <sup>b</sup>
1	5,00 <sup>b</sup>	114	5,00 <sup>b</sup>
22	5,00 <sup>b</sup>	105	5,00 <sup>b</sup>
29	5,00 <sup>b</sup>	31	5,00 <sup>b</sup>
30	5,00 <sup>b</sup>		
26	5,00 <sup>b</sup>		
28	5,00 <sup>b</sup>		

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

## CONCLUSÕES

Todas as 28 progênes e 25 populações de *Piper hispidinervum* foram suscetíveis ao isolado de *R. solanacearum* na concentração avaliada, obtido de pimenta longa coletada em plantios comerciais em Vila Extrema, RO.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

EMPIG, L.T.; CALUB, A. G.; KATGBAK, M. M.; DEANON JUNIOR, J.R. Screening tomato, eggplant and pepper varieties and strains for bacterial wilt (*Pseudomonas solanacearum*) resistance. **Philippine Agriculturist**, v.46, p.303-314, 1962.

KIMURA, O; DO CARMO, M.G.F. Doenças causadas por bactérias em pimentão. Inf. Agrop., n.18, n.184, 1996. P.66-73.

LOPES, C.A.; POLTRONIERI, L.S.; ALBUQUERQUE, F.C.; TRINDADE, D. A murcha bacteriana em pimenta longa. Horticultura Brasileira, resumo nº 140, 1997.

WINSTEAD, N.N.; KELMAN, A. Inoculation techniques for evaluating resistance to *Pseudomonas solanacearum*. **Phytopathology**, v. 42, p. 628-634, 1952.

## DIVERSIDADE DE ABELHAS (HYMENOPTERA: APOIDEA) EM INFLORESCÊNCIAS DE *Piper hispidinervum* (C.DC.)

Marcílio José Thomazini<sup>1</sup>; Ariane Paes de Barros Werckmeister Thomazini<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

As espécies de Meliponini são os principais agentes polinizadores em florestas tropicais e subtropicais e outros tipos de vegetação. Como os ninhos dessas espécies são construídos, na sua maioria, em cavidades de árvores, o desmatamento é uma das principais causas que provocam o decréscimo das populações dessas abelhas no Brasil (Kerr *et al.* 1994).

A pimenta longa, *Piper hispidinervum* (C.DC.), é um arbusto que ocorre naturalmente em áreas de capoeira no Estado do Acre, cujo óleo essencial é rico em safrol, substância que com pequenas transformações químicas, pode ser convertida em butóxido de piperonila e heliotropina, compostos utilizados na fabricação de inseticidas biodegradáveis e fragrâncias (Pimentel *et al.* 1998).

Tanto *Apis mellifera* L. como as abelhas indígenas, além de outros organismos como morcegos, por exemplo, são importantes polinizadores em várias espécies de plantas silvestres e de interesse econômico na região amazônica, e a pimenta longa, por ser uma planta que sofre fecundação cruzada, provavelmente tem a sua reprodução ligada à alguns desses agentes polinizadores.

Não há informação sobre a entomofauna associada à pimenta longa. Por isso, o registro de espécies responsáveis por sua polinização será muito importante para auxiliar em seu processo de cultivo.

Objetivou-se determinar quais são as principais espécies de abelhas que visitam as inflorescências de pimenta longa, sua abundância e frequência relativas, seus horários de visitação e a influência de fatores climáticos na varia  o de suas abundâncias relativas.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em um plantio de pimenta longa (0,5 ha) na área experimental da Embrapa Acre, localizada no município de Rio Branco, AC. As amostragens foram semanais, de 8 às 9 h, de julho de 1999 a junho de 2000. Na época seca (maio a agosto) as plantas foram irrigadas por aspersão, o que proporcionou a flora  o durante o período de estudo.

<sup>1</sup> Eng.-Agr., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Acre, Rio Branco, AC

<sup>2</sup> Eng.-Agr., D.Sc., Pesquisadora/Bolsista do CNPq

Foram amostradas, semanalmente, 20 plantas ao acaso, por sorteio, sendo cada uma inspecionada de 4 a 5 min. Os insetos presentes nas espiguetas (inflorescências) foram coletados com um aspirador de boca, sendo acondicionados em sacos plásticos e no laboratório rotulados e transfixados com alfinetes entomológicos.

Foram determinadas as distribuições mensais das espécies e dos principais gêneros e, posteriormente, realizou-se a análise faunística para definir as classes de abundância, frequência, constância e dominância das espécies, de acordo com Silveira Neto *et al.* (1976).

A temperatura, umidade relativa, precipitação pluviométrica, velocidade do vento e insolação foram obtidas na estação meteorológica da Embrapa Acre. Essas variáveis foram correlacionadas com o número de indivíduos coletados das espécies dominantes para determinar uma possível influência do clima na variação em abundância das espécies coletadas.

Registrou-se também o horário de atividade das abelhas em dez amostragens, durante os meses de abril e maio de 2000, contando-se o número de insetos pousados ou se locomovendo nas espiguetas, nos horários das 7 às 16h, em intervalos de 1h.

Exemplares de cada espécie foram depositados na coleção entomológica do Laboratório de Entomologia da Embrapa Acre.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 2555 indivíduos em 20 espécies de abelhas pertencentes às famílias Halictidae, Apidae e Colletidae. Seis espécies dominaram no conjunto, com 2390 indivíduos, correspondendo a 93,54% do total de indivíduos coletados. Augochlorini próximo a *Pereirapis*, *Pereirapis* sp. *Scaptotrigona* sp.1 e *Dialictus* sp. foram predominantes, ou seja, foram muito abundantes, muito frequentes, constantes e dominantes. Doze espécies foram raras, uma comum e outra dispersa (Tabela 1). Essa grande diversidade de espécies visitantes pode ser atribuída, em parte, à grande quantidade de minúsculas flores, emitindo grande quantidade de pólen, nas inflorescências de pimenta longa.

Os Meliponinae predominaram em número de espécies (13 espécies), correspondendo a 65% do total, em seguida os Halictidae (6 espécies). Já em número de indivíduos os Halictidae foram mais numerosos (1831 indivíduos), correspondendo a 71,7% do total, seguidos dos Meliponinae (714 indivíduos). Quatro espécies de Halictidae (1812 indivíduos) e duas de Meliponinae (578 indivíduos) foram as dominantes (Tabela 1).

Os meses de maior abundância foram de julho a outubro (época menos chuvosa e com temperaturas médias crescentes) e as menores abundâncias foram em novembro, abril e maio. A maior riqueza em espécies foi em dezembro (maior precipitação) e a menor no mês de setembro (pouca precipitação).

A abundância de *Pereirapis* (Augochlorini próximo a *Pereirapis* + *Pereirapis* sp.) foi maior no período menos chuvoso e início do período chuvoso de 1999, diminuindo sensivelmente a partir de outubro, para atingir o seu valor mais baixo em março de 2000. A abundância cresceu novamente em junho de 2000, após o término das chuvas. O inverso ocorreu com as espécies de *Scaptotrigona*, que foram raramente coletadas no período menos chuvoso e tiveram sua abundância aumentada no período chuvoso (Figura 1).

**TABELA 1. Abelhas coletadas de julho de 1999 a junho de 2000 em inflorescências de *P. hispidinervum* e suas respectivas classes de abundância (A), frequência (F), constância (C) e dominância (D) em Rio Branco, AC.**

Abelhas	Nº ind. <sup>1</sup>	Fam. <sup>2</sup>	%	A <sup>3</sup>	F <sup>4</sup>	C <sup>5</sup>	D <sup>6</sup>
Augochlorini próximo a <i>Pereirapis</i>	749	H	29,3	ma	mf	w	D
<i>Pereirapis</i> sp.	612	H	23,9	ma	mf	w	D
<i>Scaptotrigona</i> sp.1	357	A	14,0	ma	mf	w	D
<i>Dialictus</i> sp.	235	H	9,2	ma	mf	w	D
<i>Scaptotrigona tricolorata</i> Camargo	221	A	8,6	a	mf	w	D
<i>Augochloropsis</i> sp.	216	H	8,4	a	mf	w	D
<i>Scaptotrigona</i> sp.3	63	A	2,5	c	f	y	ND
<i>Nannotrigona melanocera</i> (Schwarz)	34	A	1,3	d	pf	y	ND
<i>Augochloropsis cf. callichroa</i> (Cockerell)	12	H	0,5	r	pf	z	ND
<i>Colletes petropolitanus</i> Dallatorre	10	C	0,4	r	pf	z	ND
<i>Scaptotrigona</i> sp.2	9	A	0,4	r	pf	z	ND
<i>Geotrigona fulvohirta</i> (Fries)	8	A	0,3	r	pf	z	ND
<i>Augochloropsis cupreola</i> (Cockerell)	7	H	0,3	r	pf	z	ND
<i>Schwarzula timida</i> (Silvestri)	5	A	0,2	r	pf	z	ND
<i>Tetragona</i> sp.	5	A	0,2	r	pf	z	ND
<i>Oxytrigona tataira flaveola</i> (Fries)	4	A	0,2	r	pf	z	ND
<i>Scaura latitarsis</i> (Fries)	3	A	0,1	r	pf	z	ND
<i>Tetragona clavipes</i> (Fabricius)	2	A	0,1	r	pf	z	ND
<i>Ptilotrigona lurida lurida</i> (Smith)	2	A	0,1	r	pf	z	ND
<i>Tetragonisca weyrauchi</i> (Schwarz)	1	A	-	r	pf	z	ND
<b>Total</b>	<b>2555</b>		<b>100</b>				

<sup>1</sup>Número de indivíduos= total de 48 coletas (01 por semana), utilizando aspirador de boca

<sup>2</sup>Família= H= Halictidae; A= Apidae (subfamília Meliponinae); C= Colletidae

<sup>3</sup>ma=muito abundante, a=abundante, c=comum, d=dispersa, r=rara

<sup>4</sup>mf=muito freqüente, f=freqüente, pf=pouco freqüente

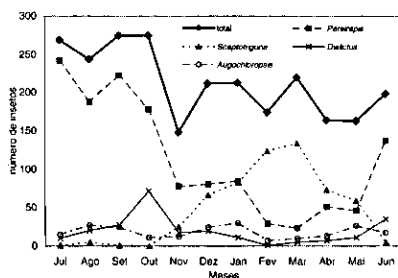
<sup>5</sup>w=constante, y=acessória, z=acidental

<sup>6</sup>D=dominante, ND=não dominante

Houve pouca variação mensal no número total de indivíduos das principais espécies visitantes (Figura 1). Esse resultado confirma os relatos de ocorrência dos Apoidea durante o ano inteiro, com poucas exceções, em regiões de florestas úmidas, não apresentando uma variação populacional tão

intensa quanto nas florestas secas ou áreas subtropicais mais secas, onde as abelhas são mais escassas no inverno (Rebêlo & Garófalo 1991, Rebêlo 1995).

As variáveis ambientais influenciaram de maneira diferente as espécies dominantes. De um modo geral, as correlações significativas foram baixas ou médias. As abundâncias de Augochlorini próximo a *Pereirapis* e *Pereirapis* sp. correlacionaram significativa e negativamente, com precipitação e umidade relativa, e positivamente com insolação. Com *Scaptotrigona* sp.1 e *S. tricolorata* ocorreu o inverso: correlação significativa e positiva com precipitação e umidade relativa, e negativa com a insolação. Houve uma correlação significativa negativa do total de indivíduos de todas as espécies apenas com a umidade relativa e positiva com a insolação total. A riqueza em espécies foi correlacionada positivamente com a precipitação.



**Fig. 1. Número mensal de indivíduos dos principais gêneros de abelhas visitantes de inflorescências de *P. hispidinervum* no período de julho de 1999 a junho de 2000 em Rio Branco, AC.**

A maioria das abelhas visitou as inflorescências de pimenta longa entre 8 e 9 h. Nesse horário, a abundância foi, aproximadamente, 12 vezes maior do que a registrada no segundo horário de maior abundância de abelhas, que foi das 9 às 10 h. A preferência das abelhas pelos primeiros horários da manhã (6 às 8 h) foi observada por Gonçalves et al. (1996) e Viana (1999), e pode estar relacionada a capacidade das abelhas de regularem os períodos de atividade externa para evitar estresse provocado pelo aquecimento. Macedo & Martins (1999) e Manente-Balestieri & Machado (1999) também relataram a ocorrência de uma maior abundância de abelhas em diferentes plantas durante o período da manhã, porém em uma maior amplitude de horários.

## CONCLUSÕES

- Dentre as várias espécies de abelhas que visitam as inflorescências de pimenta longa durante o ano, algumas são mais abundantes em meses mais secos, outras nos mais chuvosos e outras ainda parecem independender dessas contingências.

- Abelhas do gênero *Pereirapis*, são as mais abundantes, ocorrendo principalmente nos meses mais secos (junho a setembro).
- A abundância das espécies de *Scaptotrigona* tende a aumentar nos meses chuvosos (novembro a março).
- O número de indivíduos e de espécies coletado foi maior no horário entre 8 e 9h.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GONÇALVES, S.J.M.; RÊGO, M.; ARAÚJO, A. de. Abelhas sociais (Hymenoptera: Apidae) e seus recursos florais em uma região de mata secundária, Alcântara, MA, Brasil. **Acta Amazônica**, v.26, p.55-68, 1996.
- KERR, W.E.; NASCIMENTO, V.A.; CARVALHO, G.A. Há salvação para os meliponíneos?. In: Encontro sobre abelhas, 1. **Anais...** Ribeirão Preto, USP, 1994. p.60-65.
- MACEDO, J.F.; MARTINS, R.P. A estrutura da guilda de abelhas e vespas visitantes florais de *Waltheria americana* L. (Sterculiaceae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.617-633, 1999.
- MANENTE-BALESTIERI, F.C.D.L.; MACHADO, V.L.L. Entomofauna visitante das flores de *Cassia spectabilis* (L.) DC. (Leguminosae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.429-437, 1999.
- PIMENTEL, F.A., SOUZA, M. de M.M.; SÁ, C.P. de; CABRAL, W.G. SILVA, M.R. da; PINHEIRO, P.S.N.; BASTOS, R.M. **Recomendações básicas para o cultivo da pimenta longa (*Piper hispidinervium*) no Estado do Acre**. Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC, 14p. (Embrapa-CPAF/AC, Circular Técnica, 28). 1998.
- REBÊLO, J.M.M. Espécies de Anthophoridae (Hymenoptera, Apoidea) e sua associação com flores, numa área restrita da Ilha de São Luís-MA, Brasil. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, sér. Zoologia**, v.11, p.105-124, 1995.
- REBÊLO, J.M.M.; GARÓFALO, C.A. Diversidade e sazonalidade de machos de Euglossini (Hymenoptera. Apidae) e preferência por iscas-odores em um fragmento de floresta, no sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v.5, p.787-799. 1991.

SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARBIN, D; VILLA NOVA, N.A. **Manual de Ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1976. 419p.

VIANA, B.F. A comunidade de abelhas (Hymenoptera: Apoidea) das dunas interiores do rio São Francisco, Bahia, Brasil. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.28, p.635-645, 1999.

## LEVANTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE DOENÇAS DA PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum*) NOS ESTADOS DO ACRE E PARÁ

Luiz S. Poltronieri<sup>1</sup>; Fernando C. Albuquerque<sup>1</sup>  
Olinto Gomes da R. Neto<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

A domesticação de espécies nativas da Amazônia, com potencial econômico, torna-se cada vez mais prioritária, tendo em vista a busca de alternativas agronômicas que possam garantir a sustentabilidade da produção agrícola na região. Dentro desse contexto, no Museu Emílio Goeldi, através do programa de triagem de plantas aromáticas da Amazônia, foi identificada a pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC), um arbusto nativo que ocorre tipicamente em área de capoeira do Estado do Acre, como excelente produtor de óleo essencial safrol. O safrol é um composto aromático que ocorre na natureza, empregado como matéria-prima na fabricação de heliotropina, importante fixador e componente de fragrância, e butóxido de piperonila, usado como sinérgico em inseticidas naturais, tais como, piretrum e retenona (Maia & Silva, 1995).

A pimenta longa é uma espécie em fase de domesticação. Pelo fato de ser uma invasora em áreas de pousio, presumia-se que apresentasse resistência a doenças. Esta hipótese foi comprovada quando Poltronieri et al. (1997) demonstraram que a espécie não é afetada por *Fusarium solani* f.sp. *piperis* Albuquerque, principal patógeno da pimenta-do-reino no Pará. Entretanto, com o aumento do plantio da pimenta longa, outras doenças têm assumido um papel bastante preocupante, principalmente na época chuvosa.

O conhecimento das doenças que ocorrem nas plantas em fase de domesticação é importante para se definir métodos de controle que possam ser utilizados em sistema de produção sustentável nas pequenas propriedades agrícolas, sem impacto prejudicial ao meio ambiente.

### MATERIAIS E MÉTODOS

A partir de março de 1995, foram realizados levantamentos em plantios de pimenta longa, nos campos experimentais da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, PA e Igarapé-Açu, PA; na Embrapa Acre, e em populações nativas localizadas no Estado do Acre.

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA, poltroni@cpatu.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA, olinto@cpatu.embrapa.br



As amostras de folhas apresentando diferentes tipos de lesões, e plantas com sintomas de murcha, foram coletadas e analisadas no Laboratório de Fitopatologia, para isolamento de prováveis patógenos. O material foi colocado em câmara úmida durante 36 horas. Quando apareceram frutificações típicas de fungos, estas foram transferidas com auxílio de uma agulha histológica para placas de Petri contendo meio de cultura BDA e, logo após, mantidas em condições de ambiente para obtenção de culturas puras.

Nas plantas com sintomas de murcha, foram realizados cortes longitudinais, observando-se descoloração dos vasos lenhosos com maior intensidade na base do caule. O material colocado em câmara úmida apresentou a formação de exsudatos bacterianos de coloração cinza-clara. As amostras foram submetidas ao teste do copo com água pura para verificar a formação de fluxo bacteriano, de acordo com Lopes & Santos (1994). As amostras positivas no teste do copo foram submetidas a isolamento em meio de NYDA (Bacto agar, peptona, glicose, extrato de levedura e água destilada).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tubos de ensaio contendo isolados da bactéria foram enviados ao Dr. Carlos A. Lopes, na Embrapa Hortaliças, que confirmou o agente etiológico como sendo *Ralstonia solanacearum* (= *Pseudomonas solanacearum*) causador da murcha bacteriana. A bactéria foi registrada pela primeira vez atacando plantas da família piperaceae no Brasil (Lopes et al. 1997). Além desta espécie, Berg (1971) cita *Piper peltatum* L. e *P. auritum* HBK como hospedeiras de *Pseudomonas solanacearum*, raça 2, em Honduras. Os patógenos isolados encontram-se relacionados na Tabela 1. As identificações foram baseadas nas características morfológicas, nos sintomas induzidos no hospedeiro, e em alguns casos, através do teste de patogenicidade, seguindo-se a literatura disponível, à exceção de *Cylindrocladium variable*, que foi identificada na University of Stellenbosch (África do Sul).

O maior número de patógenos associados à pimenta longa foi observado nas áreas do Campo Experimental de Belém, cultivada por vários anos com hortaliças, principalmente solanáceas e cucurbitáceas. Em populações naturais, foram detectados apenas patógenos considerados, até o momento, de importância secundária, como *Capnodium* sp. e *Cephaleuros virescens*.

**TABELA 1. Patógenos associados a pimenta longa nos Estados do Acre e Pará, Brasil.**

Patógeno	Doença	Localidade
<i>Ralstonia solanacearum</i>	Murcha bacteriana	Belém, PA
<i>Cercospora piperis</i>	Mancha de cercopora	Rio Branco, AC, Belém, PA
<i>Corynespora cassiicola</i>	Mancha alvo	Belém, PA, Igarapé-Açu, PA
<i>Cylindrocladium variabile</i>	Mancha foliar	Belém, PA
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Podridão do colo	Rio Branco, AC, Belém, PA
<i>Rhizoctonia solani</i>	Mela	Rio Branco, AC, Belém, PA
<i>Cephaleuros virescens</i>	Algas	Rio Branco, AC, Belém, PA
<i>Capnodium sp</i>	Fumagina	Rio Branco, AC, Belém, PA

## CONCLUSÃO

Considerando que na Região Amazônica a murcha bacteriana tem dizimado plantios inteiros de solanáceas, deverão ser implementadas medidas integradas de controle no sentido de evitar a disseminação dessa doença e, principalmente, não realizar plantios de pimenta longa em áreas onde foram cultivadas solanáceas e ocorreram epidemias de murcha bacteriana, sem a realização de um período de rotação adequado com culturas imunes ao patógeno. A variabilidade genética dentro da espécie está sendo estudada, objetivando encontrar plantas com um nível adequado de resistência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERG, L.A. Weed hosts of the SFR strain of *Pseudomonas solanacearum*, causal organism of bacterial wilt of bananas. *Phytopathology* 61: 1314-1315. 1971.
- LOPES, C.A. & SANTOS, J.R.M. Doenças do Tomateiro. Brasília, DF. Embrapa/CNPH. 1994.
- LOPES, C.A.; POLTRONIERI, L.S.; ALBUQUERQUE, F.C. & TRINDADE, D.R. Murcha-bacteriana em pimenta longa. Resumos, 37o Congresso Brasileiro de Olericultura. Manaus, AM. 1997. Pp. 140.

MAIA, J.G.S. & SILVA, M.H.L. Relatório Técnico do projeto "Potencial econômico das plantas aromáticas do Estado do Pará". Cooperação Técnica Brasil Reino- Unido (ODA), MPEG, Belém, 1995, 48p.

POLTRONIERI, L.S.; ALBUQUERQUE, F.C. & NETO, O.G.R. Reação de plantas de pimenta longa (*Piper hispidinervium*) a isolados de *Fusarium solani* f.sp. *piperis*. Fitopatologia Brasileira 27: 112. 1997 (Resumo).

## REAÇÃO DE PLANTAS DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum*) A ISOLADOS DE *Fusarium solani* F.sp. *piperis*

Luiz S. Poltronieri<sup>1</sup>; Fernando C. Albuquerque<sup>1</sup>  
Olinto Gomes da R. Neto<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum*) é uma espécie oleífera nativa, indicada como alternativa viável para suprir o mercado de óleo essencial Safrol. O Safrol natural é amplamente utilizado na forma de heliotropina, como componente de fragrância e também na forma de butóxido de piperolina, base de importantes inseticidas biodegradáveis e de baixa toxicidade ao homem (Maia & Green, Wold Agriculture. London, 23-26, 1995). Como espécie da família Piperaceae, inclui-se no rol das plantas suspeitas de serem suscetíveis ao fungo *Fusarium solani* f.sp. *piperis*.

### MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho teve como objetivo, avaliar a resistência de mudas de pimenta longa a diferentes isolados desse patógeno por meio de experimento conduzido sob condições de casa de vegetação, no Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições, com uma planta por unidade experimental.

As mudas foram preparadas em sacos de plástico com aproximadamente 2kg de solo esterilizado. Os tratamentos foram constituídos de mudas de pimenta longa inoculadas com quatro isolados virulentos de *Fusarium solani* f.sp. *piperis*, obtidos de pimenta-do-reino da região. Para o preparo do inóculo, transferiram-se discos de micélio de 0,5 cm de diâmetro da região periférica das colônias cultivadas em meio BDA para meio de Batata, Sacarose, Agar (BSA). As placas de Petri contendo o fungo, foram incubadas por oito dias sob luz contínua, à temperatura de 26°C. Para cada placa de Petri foram adicionados 10 ml de água destilada esterilizada, fazendo-se a raspagem dos conídios com um pincel de cerdas macias. A suspensão obtida foi ajustada em hemacitômetro para  $5 \times 10^6$  conídios/ml. A inoculação foi feita em mudas de pimenta longa com dois meses de idade através da atomização de suspensão de esporos nas hastes previamente feridas com alfinete esterilizado (Albuquerque & Duarte, Fitopatologia Brasileira. 20. 353, 1985). As plantas usadas como testemunhas

<sup>1</sup> Eng.-Agrôn., MSc., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.  
e-mail: poltroni@cpatu.embrapa.br, carneiro@cpatu.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng.-Agrôn., D.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA.  
e-mail: olinto@cpatu.embrapa.br

da mesma espécie foram inoculadas com água destilada. Como testemunhas diferenciadoras inocularam-se plantas de pimenta-do-reino cv. Guajarina, comprovadamente suscetível.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As avaliações começaram sete dias após a inoculação, observando-se o número de plantas infectadas pelo fungo. Até 50 dias após a inoculação, nenhuma planta de pimenta longa tinha sido infectada pelo fungo, tendo comportamento semelhante à testemunha dessa espécie, inoculada com água destilada. Entretanto, as mudas de pimenta-do-reino foram infectadas por *F. solani* f.sp. *piperis* 12 dias após a inoculação, sendo dizimadas ao final de 20 dias.

## CONCLUSÃO

A pimenta longa por não ser suscetível a *F. solani* f.sp. *piperis* isolado da pimenta-do-reino pode ser recomendada em cultivo comercial no Estado do Pará, em áreas já exploradas por pimenta-do-reino e dizimadas pela fusariose.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERG, L.A. Weed hosts of the SFR strain of *Pseudomonas solanacearum*, causal organism of bacterial wilt of bananas. *Phytopathology* 61: 1314-1315. 1971.
- LOPES, C.A. & SANTOS, J.R.M. Doenças do Tomateiro. Brasília, DF. Embrapa/CNPH. 1994.
- LOPES, C.A.; POLTRONIERI, L.S.; ALBUQUERQUE, F.C. & TRINDADE, D.R. Murcha-bacteriana em pimenta longa. Resumos, 37º Congresso Brasileiro de Olericultura. Manaus, AM. 1997. Pp. 140.
- MAIA, J.G.S. & SILVA, M.H.L. Relatório Técnico do projeto "Potencial econômico das plantas aromáticas do Estado do Pará". Cooperação Técnica Brasil Reino Unido (ODA), MPEG, Belém, 1995, 48p.
- POLTRONIERI, L.S.; ALBUQUERQUE, F.C. & NETO, O.G.R. Reação de plantas de pimenta longa (*Piper hispidinervium*) a isolados de *Fusarium solani* f.sp. *piperis*. *Fitopatologia Brasileira* 27: 112. 1997 (Resumo)

# INFLUÊNCIA DE DOENÇAS FOLIARES DA PIMENTA LONGA NO RENDIMENTO DE ÓLEO ESSENCIAL E SEU EFEITO NO CRESCIMENTO MICELIAL IN VITRO DE FITOPATÓGENOS

Luiz Sebastião Poltronieri<sup>1</sup>, Olinto Gomes R. Neto<sup>2</sup>  
Cleber N. Bastos<sup>3</sup>, J.G. Maia<sup>4</sup>

## INTRODUÇÃO

O aproveitamento do elevado potencial da flora odorífera da Amazônia apresenta-se como uma das fontes renováveis apropriadas para a produção de essências aromáticas para a indústria mundial de fragrâncias, de cosméticos e de inseticidas. A pimenta longa (*Piper hispidinervum* C.DC.) uma espécie da família piperáceae que tem sua ocorrência natural no Estado do Acre, apresenta-se como a principal fonte alternativa para a produção de safrol, um composto aromático empregado pela indústria química como matéria-prima na fabricação de heliotropina, um importante fixador e componente de fragrâncias, e de butóxido de piperonila, usado como sinérgico em inseticidas naturais como piretrium e rotenona, bastante utilizados nos Estados Unidos, Japão e Europa. Com a domesticação da espécie, verificou-se em áreas de plantios de pimenta longa no Estado do Pará, a ocorrência de várias doenças foliares tais como a cercosporiose, mancha de algas e mancha alvo causadas por *Cercospora piperis* Patouillard, *Cephaleuros virescens* Kunze e *Corynespora cassiicola* (Berck & Curt) Wel, respectivamente.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se em 15 áreas de produtores de pimenta longa localizados no município de Igarapé-Açu, um experimento utilizando-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos; 1- folhas necrosadas por *Cercospora piperis*; 2- folhas necrosadas por *Corynespora cassiicola*; 3- folhas necrosadas por *Cephaleuros virescens*; 4- folhas sadias utilizadas como testemunha e cinco repetições. A metodologia utilizada consistiu da coleta quinzenal de 8 quilos de folhas com mais de 50% da área foliar afetadas pela mancha alvo, cercosporiose, algas e folhas sadias. As amostras foram secadas à sombra por 120 horas e depois submetidas à destilação por arraste de vapor de água para extração do óleo essencial. Após

<sup>1</sup> Eng.-Agrôn., M.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA, poltroni@cpatu.embrapa.br

<sup>2</sup> Eng.-Agrôn., D.Sc., Embrapa Amazônia Oriental, olinto@cpatu.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng.-Agrôn., PhD., CEPLAC, Caixa Postal 1801, CEP: 66635-110, Belém, PA, cleber@ufpa.br

<sup>4</sup> Eng.-Agrôn., M.Sc., Museu Emilio Goeldi, Av. Perimetral, s/n, CEP: 66017-970, Belém, PA.

este processo, determinou-se o rendimento em óleo, em base livre de umidade (BLU).

Na busca do controle alternativo de fungos fitopatogênicos, verificou-se o efeito do óleo essencial de pimenta longa no crescimento micelial de *Phytophthora palmivora* (cacau), *P. palmivora* (beringela), *P. drechsleri* (mandioca), *Pythium perillium* (capim brachiaria), *Fusarium solani* f.sp. *piperis* (pimenta-do-reino), *Sclerotium rolfsii* (feijão caupi), *Macrophomina phaseolina* (feijão caupi), *Rhizoctonia solani* (abóbora) e *Cylindrocladium parasiticum* (acerola). Aliquotas de 20, 50, 100 e 200 ml foram adicionadas a 100 ml de BDA e vertidas em placas de Petri num total de quatro repetições por tratamento. Placas contendo apenas BDA serviram como testemunha. Após a solidificação do meio de cultura foi repicado um disco de micélio de 7mm de diâmetro dos patógenos para o centro de cada placa. As placas foram incubadas por cinco dias a 25 °C, no escuro.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Influência de doenças foliares da pimenta longa no rendimento de óleo essencial

Os dados obtidos de folhas com sintomas de doença e sadias foram submetidos à análise de variância que mostrou não haver diferença estatística significativa entre as amostras analisadas (Tabela 1).

**TABELA 1. Rendimento de óleo essencial (ml) de folhas sadias e doentes de pimenta longa.**

TRATAMENTOS	REPETIÇÕES					Média
	1	2	3	4	5	
1	.5000	.3300	1.6000	.7600	.7300	3.9200
2	1.0600	.5600	1.0300	.7300	.8600	4.2400
3	.5600	.6000	.5600	.6600	.6000	2.9800
4	.9000	.6000	.9000	.6600	.7600	3.8200

1- Mancha-alvo

2- Cercosporiose

3- Algas

4- Testemunha (folhas sadias)

TABELA 2. Quadro de análise de variância.

Experimento F	C. Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.
.76 NS	Tratamentos	3.	.1733	.0578
	Resíduo	16.	1.2126	0.758
	Total	19.	1.3859	

MÉDIA = .1231

DESVIO PADRÃO = .2753

ERRO PADRÃO DO COEFICIENTE DE VARIAÇÃO = 36.80

MÉDIA GERAL = 74.80

Efeito do óleo essencial de pimenta longa no crescimento micelial *in vitro* de fitopatógenos.

A avaliação foi feita medindo-se ortogonalmente o diâmetro das colônias e calculando-se, a seguir, a porcentagem da inibição do crescimento micelial (PIC). Os resultados obtidos mostraram que a 50 ml o óleo ocasionou reduções de 76,6% e 81,5% para *P. palmivora* (beringela) e *S. rofsii* (feijão caupi), respectivamente, e 100% para *R. solani* (abóbora), *P. drechsleri* (mandioca) e *P. perillium* (capim brachiaria). A 200 ml, o óleo provocou uma redução micelial de 82,2% para *F. solani* f.sp. *piperis* e 100% para todos os outros patógenos testados.

## CONCLUSÕES

As doenças foliares da pimenta longa registradas no Estado do Pará não influenciam no rendimento de óleo essencial.

O óleo essencial de pimenta longa apresentou eficiência no controle *in vitro* dos fungos *Phytophthora palmivora* (cacau), *P. palmivora* (beringela), *P. drechsleri* (mandioca), *Pythium perillium* (capim-brachiária), *Fusarium solani* f.sp. *piperis* (pimenta-do-reino), *Sclerotium rolfsii* (feijão caupi), *Macrophomina phaseolina* (feijão caupi), *Rhizoctonia solani* (abóbora) e *Cylindrocladium parasiticum* (acerola).



**TEMA IV**  
**Agroindustrialização**

## MÉTODOS PRÁTICOS DE SECAGEM DE BIOMASSA DE PLANTAS DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C.DC.) PARA A PRODUÇÃO DE SAFROL<sup>1</sup>

Alberdan Silva Santos (UFPA)<sup>2</sup>; Francisco José Câmara Figueirêdo<sup>3</sup>  
Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>3</sup>; Sérgio de Mello Alves<sup>4</sup>

### INTRODUÇÃO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum*), espécie da família *Piperaceae*, é nativa da Amazônia, sendo encontrada como vegetação nativa de pastagem do Estado do Acre.

Dessa espécie aromática é extraído um óleo essencial rico em safrol, que forma compostos orgânicos como o piperonal e o ácido piperonílico, produtos utilizados como inseticidas e na indústria de perfumes e cosméticos (Maia et. al., 1987). O safrol representa de 90% a 94% do total de óleo essencial, cujo rendimento equivale a 4% do peso seco (Silva, 1993).

O objetivo deste trabalho foi o de definir tipos de secadores de baixo custo para uso pelos produtores de biomassa de pimenta longa, com vistas a melhorar os níveis de rendimento de óleo essencial e de teor de safrol.

### MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido na Colônia Agrícola de São Jorge do Jabuti, no município de Igarapé-Açu, PA. A biomassa foi obtida de plantas com aproximadamente dez meses de cultivo.

Neste estudo foram utilizados como materiais de cobertura dos secadores rústicos, com e sem circulação livre de ar, a palha de palmeiras disponíveis na região, e as lonas de plástico preto ou transparente, respectivamente, edificados em madeira com estrado a 80 cm do solo e pé-direito de 1,0 m (laterais) e 1,50 m (cumeeira).

A duração do período de secagem também foi de dez dias e considerou-se como controle a amostragem de biomassa no tempo zero (início do processo de secagem). A partir do primeiro dia, as amostragens de biomassa para as determinações de umidade, rendimento de óleo essencial e de teor de safrol foram realizadas às 6:00 e 12:00 h.

A determinação de umidade da biomassa, pelo método de tolueno, foi realizada a partir de amostra de 10g, para tanto foram utilizados 60 mL de tolueno

<sup>1</sup> Pesquisa financiada com recursos do Department for International Development - DFID

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970 Belém, PA., [fjcf@cpatu.embrapa.br](mailto:fjcf@cpatu.embrapa.br), [olinto@cpatu.embrapa.br](mailto:olinto@cpatu.embrapa.br)

<sup>3</sup> Quím.-Ind., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, [sergio@cpatu.embrapa.br](mailto:sergio@cpatu.embrapa.br)

<sup>4</sup> Eng.-Quím., MSc., Professor da Universidade Federal do Pará.

em mistura com a biomassa, mantida em balão volumétrico, e mais 10 mL no receptor, com a temperatura da manta aquecedora regulada a  $\pm 90^{\circ}\text{C}$  e o tempo de exposição foi de 60 minutos.

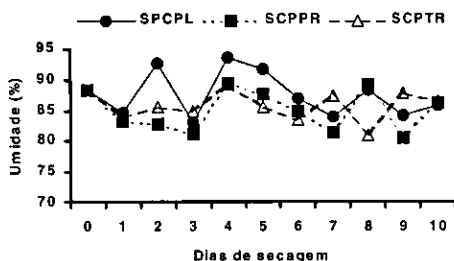
A extração do óleo essencial foi feita em amostra de 30 g de biomassa, à qual foram misturados 350 mL de água destilada, e submetida à temperatura de  $\pm 90^{\circ}\text{C}$  em manta aquecedora por quatro horas.

O teor de safrol, contido no óleo essencial, foi determinado através de cromatografia gasosa, sendo o cromatógrafo acoplado a um espectrômetro de massa, sob temperatura que variou de  $60^{\circ}\text{C}$  a  $240^{\circ}\text{C}$ , com velocidade de  $3^{\circ}\text{C}$  por minuto.

Os parâmetros de avaliação experimental foram o teor de umidade da amostra de biomassa verde (tempo zero); teor de umidade da biomassa quando das diversas amostragens no decorrer da secagem (método psicométrico), e no laboratório com o emprego de tolueno antes da extração, rendimento de óleo essencial e teor safrol.

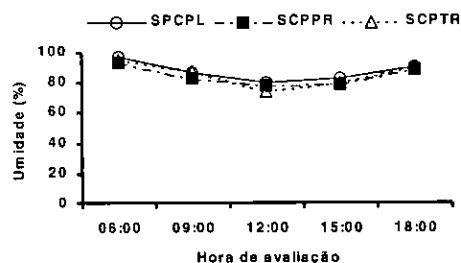
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 1 é demonstrada a evolução da secagem de biomassa de pimenta longa, ao longo do período de dez dias, em secadores com diferentes tipos de cobertura e, na Fig. 2, estão representados os resultados médios de umidade de biomassa de pimenta longa nas diferentes horas de observações.



**Fig. 1. Teor médio de umidade de biomassa de pimenta longa exposta a secadores com coberturas de palha (SPCPL), e de lonas de plásticos preto (SCPPR) e transparente, no decorrer do período de secagem (SCPTR). Igarapé-Açu, PA. 2000.**

As curvas determinadas pelos resultados de umidade indicam que o processo de redução de água da biomassa foi irregular, com reduções e elevações até o final de dez dias, com teores mínimos em torno de 80%, que caracterizam que a secagem foi ineficiente. De acordo com as observações realizadas, choveu, com diferentes intensidades, todos os dias durante a realização desta etapa do estudo, exceto no décimo dia de secagem, muito embora a execução tenha sido realizada no mês de julho.

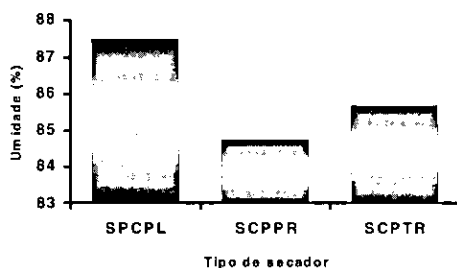


**Fig. 2. Teor médio de umidade de biomassa de pimenta longa exposta à secagem em secadores com coberturas de palha (SPCPL), e de lonas de plásticos preto (SCPPR) e transparente (SCPTR) nas diferentes horas de amostragem. Igarapé-Açu, PA. 2000.**

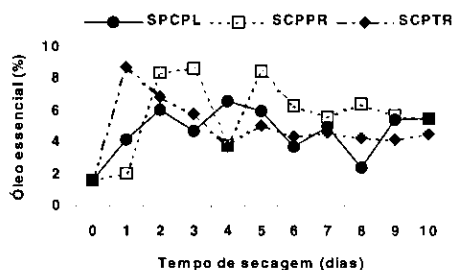
De acordo com os resultados da Fig. 2, observa-se que na avaliação das 6:00 h o teor de umidade da biomassa foi sempre superior a 90% em todos os tipos de cobertura de secadores. A partir dessa hora, a redução do teor de umidade foi bastante expressiva até às 12:00 h, mas as médias situaram-se entre 75% e 80%. Depois das 12:00 h a biomassa passou a absorver umidade do ar e, ao final do dia (18:00 h), alcançou médias entre 89% e 90%.

Na Fig. 3 são comparadas as médias de umidade de biomassa de pimenta longa submetidas a diferentes tipos de secador. A Fig. 4 representa os rendimentos médios de óleo essencial de pimenta longa obtidos nas diversas amostragens de biomassa submetida à secagem em secadores com diferentes coberturas.

De acordo com a Fig. 3, as coberturas dos secadores usados não permitiram a melhoria do processo de secagem, se comparado com os secadores convencionais cobertos com lonas de plástico transparente, construídos com pé-direito que varia de 1,80 m a 3,5 m, respectivamente, para as laterais e centro (cumeeira), que permite boa circulação de ar, o que não ocorre com os modelos de secadores testados.



**Fig. 3.** Teor médio de umidade de biomassa de pimenta longa expostas à secagem em secadores com coberturas de palha (SPCPL), e de lonas de plásticos preta (SCPPR) e transparente (SCPTR). Igarapé-Açu, PA. 2000.



**Fig. 4.** Rendimento de óleo essencial de pimenta longa extraído de biomassa coletada em diversos dias após o início da secagem em secadores com coberturas de palha (SPCPL), e de lonas de plásticos preta (SCPPR) e transparente (SCPTR). Igarapé-Açu, PA. 2000.

Os rendimentos de óleo essencial variaram de 1,7 (tempo zero) a 8,8% (três dias em secador coberto com lona de plástico preta). Assim como no ensaio de 1999, alguns resultados se situaram bem acima do nível ótimo de rendimento, mas, desta feita, a melhor performance foi alcançada quando o secador foi coberto com lona de plástico preto, em contraposição à daquele ano que foi registrada para lona de plástico transparente no quinto dia de secagem.

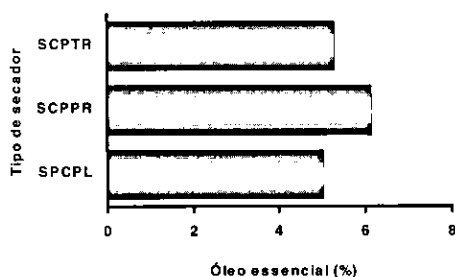
Os resultados da Fig. 4 induzem afirmar que o período de secagem, considerando-se apenas o rendimento de óleo essencial, não há necessidade de se estender por até dez dias, pois, a partir do sexto, ocorreram reduções variáveis de rendimento em amostras de biomassas provenientes dos três tipos de secadores testados.

Na Fig. 5 comparam-se as médias de rendimento de óleo essencial

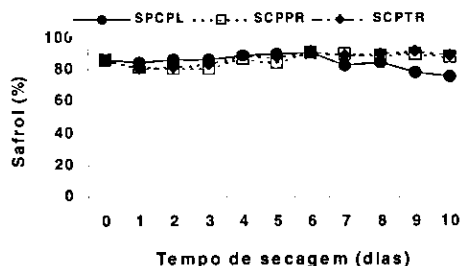
registradas para as biomassas provenientes de secadores com diferentes tipos de cobertura. Por outro lado, na Fig. 6 estão representados os teores de safrol contidos em óleo essencial de pimenta longa, provenientes de biomassa coletada no decorrer do período de secagem, e exposta em secadores com diferentes tipos de coberturas.

Em termos gerais, a biomassa mantida em secador coberto com lona de plástico preto apresentou maior rendimento de óleo essencial (6,2%), sendo 17,7 e 14,5% maior que os obtidos pelos cobertos com palha e com lona de plástico transparente, respectivamente (Fig. 5).

O teor de safrol tende a reduzir-se, a partir do sexto dia de secagem, quando proveniente de óleo essencial extraído de biomassa submetida à secagem em secador coberto com palha, mas praticamente mantém-se constante, a partir daquele período, para os outros tipos de cobertura (Fig. 6), o que ratifica ser desnecessário prorrogar a secagem por mais de seis dias.

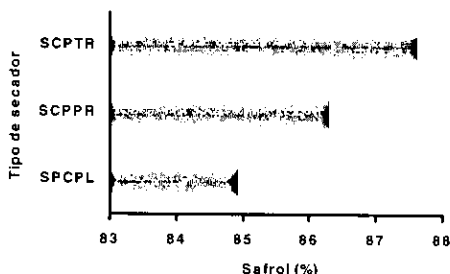


**Fig. 5.** Rendimentos médios de óleo essencial de pimenta longa extraído de biomassa coletada de secadores com coberturas de palha (SPCPL), e de lonas de plásticos preto (SCPPR) e transparente (SCPTR). Igarapé-Açu, PA. 2000.

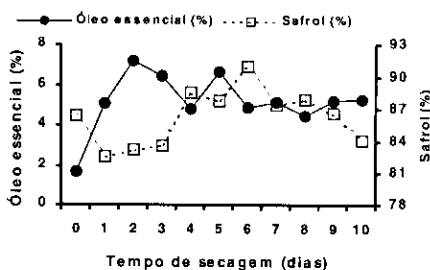


**Fig. 6.** Teor de safrol em óleo essencial de pimenta longa, extraído de biomassa coletada ao longo do período de secagem em secadores com coberturas de palha (SPCPL), e de lonas de plásticos preto (SCPPR) e transparente (SCPTR). Igarapé-Açu, PA. 2000.

Na Fig. 7 estão representados os teores médios de safrol, contidos em óleo essencial de biomassa de pimenta longa, proveniente de secadores com diferentes tipos de cobertura. Enquanto isso, na Figura 8 são comparadas os rendimentos médios de óleo essencial de pimenta longa com os de teores de safrol obtidos, no decorrer da exposição da biomassa a secagem em secadores com diferentes tipos de coberturas.



**Fig. 7.** Teor médio de safrol em óleo essencial de pimenta longa extraído de biomassa coletada de secadores com coberturas de palha (SPCPL), e de lonas de plástico preto (SCPPR) e transparente (SCPTR). Igarapé-Açu, PA. 2000.



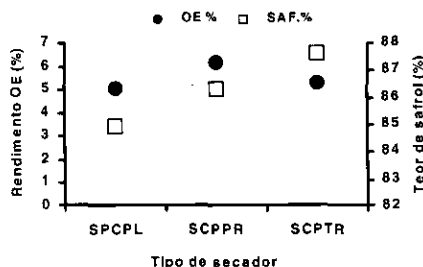
**Fig. 8.** Teor médio de safrol em óleo essencial de pimenta longa extraído de biomassa coletada de secadores, com diferentes tipos de cobertura, no decorrer do período de secagem. Igarapé-Açu, PA. 1999.

Ao contrário do que ocorreu com o rendimento de óleo essencial, a maior taxa média de safrol foi obtida de biomassa secada em secador coberto com lona de plástico transparente. As diferenças, embora não tenham sido elevadas, variaram de 1,5% (cobertura com lona de plástico preto) a 3,1% (cobertura com palha).

Segundo as curvas representadas na Fig. 8, houve tendência do teor de safrol aumentar gradativamente, até o segundo dia após o início da secagem, com o aumento do rendimento de óleo essencial. A partir de então, observa-se

que o teor de safrol aumentou ou diminuiu à medida que o rendimento de óleo essencial diminuiu ou aumentou. Esse comportamento é, até certo ponto, semelhante ao registrado no estudo de 1999, principalmente, nas amostragens iniciais e finais do período de secagem.

Na Fig. 9 é exibida a comparação entre os rendimentos médios de óleo essencial de pimenta longa e os de teores de safrol, obtidos de amostragens de biomassa colocadas a secar em secadores com diferentes tipos de cobertura.



**Fig. 9.** Teor médio de safrol em óleo essencial de pimenta longa extraído de biomassa coletada em secadores com coberturas de palha (SPCPL), e de lonas de plásticos preto (SCPPR) e transparente (SCPTR). Igarapé-Açu, PA. 1999.

Com base nos resultados representados na Figura 9 e considerando-se o teor de safrol contido no óleo essencial de pimenta longa, a secagem da biomassa deve ser feita sob lona de plástico transparente.

## CONCLUSÕES

O método químico de extração de água de biomassa de pimenta longa é mais eficiente que o físico, e o rendimento de óleo essencial e o teor de safrol são pouco influenciados pelos processos de desidratação de biomassa.

O tempo da secagem não deve ultrapassar aos seis dias, quando foram obtidos os maiores rendimentos de óleo essencial e os maiores de teores de safrol, e a melhor cobertura é a lona de plástico transparente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MAIA, J. G.; SILVA, M. L.; LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; RAMOS, L. S. Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. **Química Nova**, v.10, n.3, p.200-204, 1987.

SILVA, M. H. L. da. **Tecnologia de Cultivo e Produção Racional de Pimenta Longa, *Piper hispidinervium* C. DC.** Tese de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993. 120p.



## SECAGEM DE BIOMASSA DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C. DC.) POR VENTILAÇÃO FORÇADA<sup>1</sup>

Francisco José Câmara Figueirêdo<sup>2</sup>; Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>2</sup>  
Sérgio de Mello Alves<sup>3</sup>; Enilson Solano Albuquerque Silva<sup>4</sup>

### INTRODUÇÃO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum*) é uma espécie da família *Piperaceae*, encontrada como vegetação nativa de campos de pastagem no Estado do Acre (Alencar et al. 1971).

Os órgãos vegetativos da pimenta longa são do tipo idioblastos oleíferos que produzem óleo essencial rico em safrol, que é um fenil-éter volátil e, segundo Alencar et al. (1971), quando na sua forma pura à temperatura ambiente, é um líquido viscoso de aroma conforáceo.

O safrol é um composto aromático do qual é extraída a heliotropina e butóxido de piperonila (Maia & Silva, 1995). O safrol representa de 90% a 94% do total de óleo essencial, cujo rendimento equivale a 4% do peso seco (Silva, 1993).

O objetivo deste estudo foi o de avaliar a eficiência de um protótipo de secador por ventilação forçada, com vistas a melhorar o rendimento de óleo essencial e aumentar o teor de safrol.

### MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido na colônia agrícola da Vila de São Jorge do Jabuti, município de Igarapé-Açu, PA. A biomassa utilizada foi obtida de plantas de áreas experimentais, com dez meses de idade de campo, que receberam quando do plantio, em mistura com o terriço, 7g de superfosfato triplo e, aos 30 e 45 dias depois, foram adubadas, em cobertura, com 3g de uréia e 2g de cloreto de potássio por planta. Essas plantas, entre os meses de agosto e dezembro, foram irrigadas diariamente por aspersão.

Os tratamentos constaram de extração de óleo essencial da biomassa verde (0 hora), extrações de biomassa submetida a 12, 24; 36; 48; 60; 72; 84; 96 e 108 horas de exposição à ventilação forçada.

Ao final de cada período de secagem foram tomadas, aleatoriamente, três amostras de trabalho que representaram as repetições experimentais.

Os parâmetros de avaliação dos tratamentos foram o grau de umidade da biomassa ao final de cada período de secagem; o rendimento de óleo

<sup>1</sup> Pesquisa financiada com recursos do Department for International Development - DFID.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970 Belém, PA, [fjcf@cpatu.embrapa.br](mailto:fjcf@cpatu.embrapa.br), [olinto@cpatu.embrapa.br](mailto:olinto@cpatu.embrapa.br)

<sup>3</sup> Quím.-Ind., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, [sergio@cpatu.embrapa.br](mailto:sergio@cpatu.embrapa.br)

<sup>4</sup> Eng.-Quím., M.Sc., Professor da Universidade Federal do Pará.

essencial no processo de extração e a quantificação do teor de safrol contido no óleo essencial extraído.

A determinação da umidade da biomassa foi feita pela leitura da quantidade de água extraída da biomassa, pelo método do tolueno, à temperatura de  $\pm 90^\circ\text{C}$  da manta aquecedora e com o tempo máximo de exposição de 60 minutos. De cada amostra foram tomadas 10 g de biomassa, que foi picotada e transferida, juntamente com 60 mL de tolueno ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_3$ ) PA, para um béquer com capacidade para 250 mL e, o receptor continha mais 10 mL de tolueno.

A extração de óleo essencial foi realizada de 30 g de biomassa, que, também, foram previamente picotadas. Em seguida, foram transferidas para balão volumétrico com capacidade para 1.000 mL, com 350 mL de água destilada. Imediatamente após, o balão foi levado à manta aquecedora, com temperatura regulada até o ponto de ebulição da água ( $\pm 90^\circ\text{C}$ ) e, no decorrer do período de três a quatro horas, as misturas de vapores de água e de óleo essencial foram arrastadas através de condutos até o condensador. Por meio de choque térmico, ocorreram as condensações das moléculas de óleo essencial e de água, que se separaram após o resfriamento em dois extratos, o mais pesado, constituído de óleo, ocupou a parte inferior do coletor, e o de água, a porção superior.

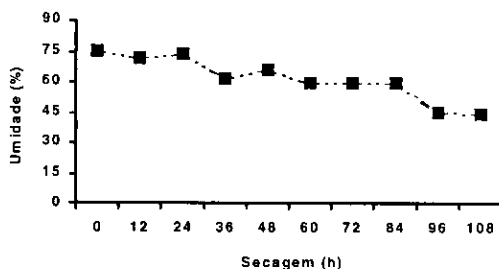
O teor de safrol, contido no óleo essencial, foi determinado através de cromatografia gasosa, sendo o cromatógrafo acoplado a um espectrômetro de massa. A programação da temperatura do aparelho variou de  $60^\circ\text{C}$  a  $240^\circ\text{C}$ , com velocidade de  $3^\circ\text{C}$  por minuto. A quantificação foi feita pelo método de normalização de área, enquanto a identificação foi realizada através de comparação do espectro de massa do safrol inserida na biblioteca do software do equipamento.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 1 estão representados os valores médios de umidade da biomassa ao final de cada período de secagem.

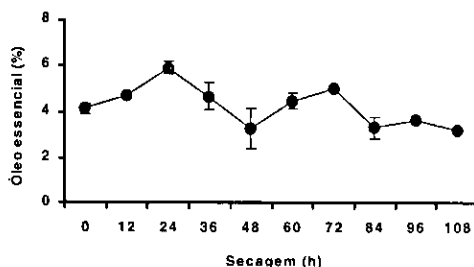
A biomassa antes do início da secagem apresentava o grau de umidade média de 75,65% (0 h) e, ao final do processo, com redução de 70,7%, estava com 44,33 %. A secagem por esse método foi lenta e nas primeiras 24 horas a redução de água na biomassa foi de apenas 2,7%.

Essa etapa do estudo foi realizada em janeiro de 2001, mês em que normalmente a precipitação pluviométrica e a umidade relativa do ar são bastante altas. As condições do ambiente, certamente, não favoreceram a secagem, pois na avaliação das 48 horas do início do processo, a biomassa apresentou a redução de 14,1%, que foi 7,0% maior do que a média obtida na amostragem de 36 horas.



**Fig. 1.** Teor médio de umidade de biomassa de plantas de pimenta longa exposta à secagem por ventilação forçada.  $x=3$ . São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA. 2001.

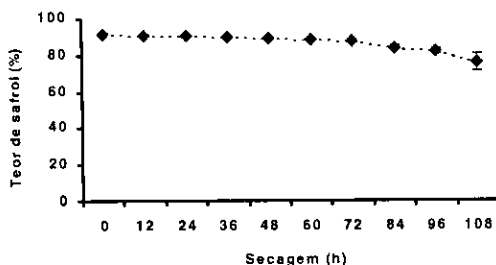
Na Fig. 2 estão representadas as médias de rendimento de óleo essencial obtido ao final do processo de destilação de biomassa, após diferentes períodos de exposição em secador com ventilação forçada.



**Fig. 2.** Rendimento médio de óleo essencial de biomassa de plantas de pimenta longa exposta à secagem por ventilação forçada.  $x=3$ . I=erro padrão da média. São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA. 2001.

O rendimento de óleo essencial na amostra controle, sem secagem, foi de 4,13%, mas este chegou a 5,89% na amostragem de 24 horas do início do processo e, ao final de 108 horas de secagem, o rendimento foi de 3,2%, que, mesmo assim, superou em 28% a média local (2,5%). Pode-se perceber que o processo de secagem não foi danoso, apesar das reduções observadas, ao rendimento de extração.

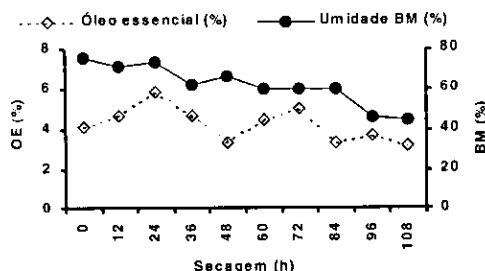
Na Fig. 3 estão representados os valores médios de teor de safrol em óleo de essencial de pimenta longa, obtido de biomassa submetido à secagem por ventilação forçada.



**Fig. 3. Teor médio de safrol em óleo essencial de biomassa de plantas de pimenta longa exposta à secagem por ventilação forçada.  $x=3$ .  $l$ =erro padrão da média. São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA. 2001.**

O teor de safrol, contido no óleo essencial, só foi superior a 90%, valor mínimo exigido para comercialização do produto, até 24 horas do início da secagem. Ao final de 108 horas, o teor médio de safrol era de apenas 75,9%, cerca de 21% menor do que o obtido no tratamento controle.

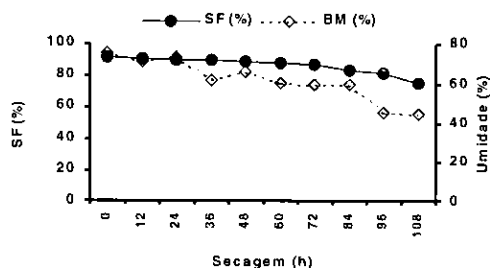
As comparações entre os valores médios de umidade de biomassa e de rendimento de óleo essencial de pimenta longa, estão representadas na Fig. 4.



**Fig. 4. Comparação entre rendimento de óleo essencial (OE) e o grau de umidade de biomassa (BM) de pimenta longa exposta à secagem por ventilação forçada. São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA. 2001.**

De acordo com os resultados da Fig. 4, não é permitido afirmar que exista correlação entre o rendimento de óleo essencial e o grau de umidade da biomassa até o tratamento referente à de 84 horas de secagem. A partir desse estágio do processo de secagem, o teor de rendimento de óleo essencial diminuiu com a redução do grau de umidade da biomassa.

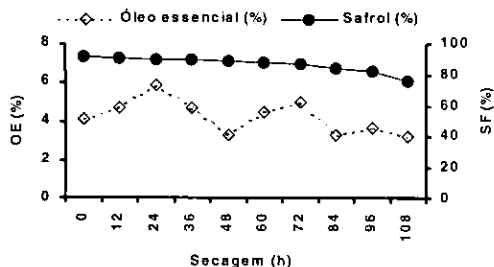
Na Fig. 5 são feitas comparações entre os graus médios de umidade de biomassa e o teor de safrol em óleo essencial de pimenta longa.



**Fig. 5. Comparação entre o teor de safrol (SF) e o grau de umidade de biomassa (BM) de pimenta longa exposta à secagem por ventilação forçada. São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA. 2001.**

Observando-se as curvas da Fig. 5 verifica-se que existiu a tendência do teor de safrol diminuir à medida que foi sendo reduzida a umidade da biomassa de pimenta longa. A redução do teor de safrol foi gradativa e não permite afirmar, com segurança, sobre a necessidade ou não de secagem da biomassa de pimenta longa, apesar dos maiores teores de safrol terem sido alcançados com as maiores taxas de umidade.

A comparação entre os valores médios de rendimento de óleo essencial de pimenta longa e de teor de safrol está representada na Fig. 6.



**Fig. 6. Comparação entre médias de rendimento de óleo essencial (OE) de biomassa de plantas de pimenta longa, exposta a secador com ventilação forçada, e teor de safrol (SF). São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA. 2001.**

Pode-se perceber na Fig. 5 que não existe correlação entre rendimento de óleo essencial, pois, nas primeiras 24 horas de secagem, enquanto aumentava o rendimento desse óleo, o teor de safrol apresentou pequenas reduções. No entanto, ao final do processo, ambas variáveis de respostas apresentaram os menores valores médios.

## CONCLUSÃO

Os resultados observados permitem informar que a redução de umidade da biomassa de pimenta longa, através de secagem por ar forçado, no período em que o estudo foi conduzido, não foi eficiente, ensejando que novas repetições no tempo sejam realizadas; e não ficou bem caracterizado o efeito da secagem da biomassa sobre o rendimento de óleo essencial de pimenta longa e sobre o teor de safrol.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, R.; LIMA, R. A.; CORRÊA, R. G. C.; GOTTLIEB, O. R.; MARX, M. C.; SILVA, M. L. ; MAIA, J. G. S.; MAGALHÃES, M. T. & ASSUMPÇÃO, R. M. V. Óleos Essenciais de Plantas Brasileiras. **Acta Amazonica**, v. 1, p. 41-43, 1971.

MAIA, J. G. S. & SILVA, M. H. L. **Relatório técnico do projeto “Potencial econômico das plantas aromáticas do Estado do Pará”**: Cooperação técnica Brasil-Reino Unido (ODA). Belém: MPEG, 1995. 48p.

SILVA, M. H. L. da. **Tecnologia de Cultivo e Produção Racional de Pimenta Longa, *Piper hispidinervium* C. DC.** Tese de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993. 120p.

## EFICIÊNCIA DE SECADORES SOLARES COM DIFERENTES TIPOS DE COBERTURA NA SECAGEM DA BIOMASSA DE PIMENTA LONGA<sup>1</sup>

Flávio Araújo Pimentel<sup>2</sup>

Elias Melo de Miranda<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

A flora odorífica da Amazônia apresenta-se com elevado potencial como fonte renovável mais apropriada para a produção de essências aromáticas. Portanto, torna-se necessário promover a domesticação das espécies identificadas como economicamente promissoras. Estas espécies, se cultivadas racionalmente, podem oferecer alternativas comerciais, passando a integrar o processo produtivo regional. Neste contexto, enquadra-se a pimenta longa, recentemente identificada como planta produtora de óleo essencial rico em safrol, que possui um mercado bastante atrativo. A maior concentração de óleo essencial desta planta encontra-se distribuído nas folhas (aproximadamente 98%), ramos secundários e frutos. No entanto, estas partes são também constituídas de elevada percentagem de umidade (50% a 70%), que dificulta a extração e a separação da água do óleo essencial. Por outro lado, o óleo essencial obtido da biomassa fresca apresenta teor de safrol inferior ao mínimo exigido pelos mercados nacional e internacional (90%). Em face ao problema mencionado, a Embrapa Acre desenvolveu pesquisas com secagem natural utilizando a energia solar. Este trabalho teve como objetivo determinar a eficiência de secagem, visando elevar o processo de extração de óleo com elevado teor de safrol.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos de pesquisas com secagem de biomassa de pimenta longa foram realizados em área da Associação de produtores Rurais Vencedora (Aspruve), na Vila Extrema, RO. Nos ensaios experimentais foram testados quatro tipos de cobertura para secadores construídos em madeira e cobertos com plástico transparente (cobertura 1), telhas de alumínio (cobertura 2), telhas de amianto (cobertura 3) e sobre estrado de madeira sob sombreamento de copa de árvore (cobertura 4), sendo neste caso utilizada a sombra de uma mangueira (*Mangifera indica*).

<sup>1</sup>Apoio Financeiro: Department For International Development - DFID.

<sup>2</sup>Eng. agrôn., M.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, 69901-180, Rio Branco, AC, flavio@cpafac.embrapa.br  
elias@cpafac.embrapa.br

Utilizou-se como matéria-prima, biomassa fresca (folhas e ramos plagiotrópicos) proveniente de uma mesma área cultivada com pimenta longa. A biomassa fresca continha as seguintes características: Umidade = 67%, Rendimento de óleo essencial em base livre de umidade (B.L.U.) = 2,98% e teor de safrol = 76,98 %. Em cada secador a biomassa foi distribuída em camadas de 80 cm de altura, por um período de oito dias. Diariamente, nos horários das 9, 12 e 15 horas, foram medidas temperaturas, em 11 pontos da biomassa, mediante termômetro-higrômetro de máxima e mínima (modelo Kat.-Nr. 30.5000 da MERSE), conforme metodologia de Araújo et al., (1983).

Os tratamentos, tempo e tipo de cobertura foram avaliados quanto à perda de umidade, rendimento de óleo essencial e teor de safrol. As amostras (biomassa seca) foram submetidas à extração de óleo essencial em laboratório, utilizando para isto, o microdestilador Cleyvenger. O óleo essencial obtido de cada amostra foi analisado por cromatografia de gás para quantificação do teor de safrol. As análises químicas (umidade e rendimento de óleo essencial) foram realizadas conforme metodologia descrita por Silva (1995).

O experimento foi conduzido sob delineamento inteiramente casualizado com três repetições, sendo as medidas repetidas no tempo. As medições foram feitas por ocasião da colheita e destilação da biomassa, realizadas entre os meses de dezembro a março dos anos de 1998, 1999 e 2000. Para as análises estatísticas utilizou-se o programa estatístico SAS v. 8.1, usando os procedimentos para obtenção de análise de variância, testes de comparação de médias e, correlação e regressão linear (SAS Institute Inc., 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

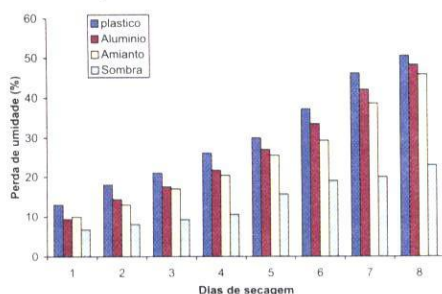
Verifica-se nas Fig. 1, 2 e 3 que as variáveis perda de umidade, rendimento de óleo (B.L.U.) e teor de safrol estão correlacionadas positivamente com o tempo de secagem da biomassa de pimenta longa, independente do tipo de cobertura utilizado. As correlações mais significativas ocorreram entre o tempo de secagem e perda de umidade ( $R=0,74$ ), e entre este e o teor de safrol ( $R=0,93$ ). Também foram encontradas correlações significativas entre perda de umidade e teor de safrol ( $R=0,76$ ), bem como, entre rendimento de óleo e teor de safrol ( $R=0,48$ ), sendo estes coeficientes altamente significativos ( $p<0,01$ ). Isto mostra que a perda de umidade influencia diretamente os fatores ligados à produção, principalmente o teor de safrol, sendo portanto a eficiência do processo de secagem importante para a maximização dos rendimentos.

Na Fig. 1 observa-se a progressiva perda de umidade à medida que aumenta o número de dias de secagem. Verifica-se que, passados oito dias, a biomassa perde em torno de 50% de umidade, independente do tipo de secagem utilizado, com exceção da cobertura 4 (sombra de árvore), que atingiu apenas 23% de perda de umidade. No caso do rendimento de óleo (B.L.U.),

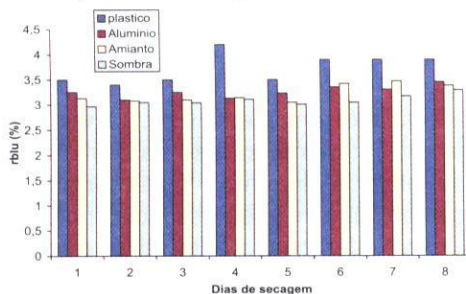


verifica-se que este é menos influenciado pelo tempo de secagem, mostrando pouca variabilidade no período de avaliação (Fig. 2). Já para o teor de safrol, apenas com oito dias de secagem, foram atingidos índices em torno de 90%, que é o conteúdo mínimo aceito pelas indústrias (Fig. 3).

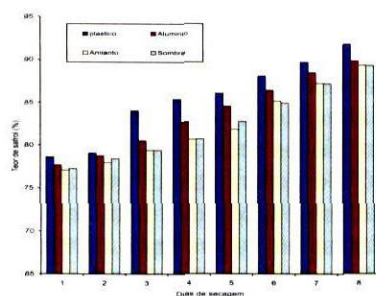
Desta forma, foram feitas análises de variância e aplicados testes de comparação de médias (Tukey) para as variáveis avaliadas em cada ambiente de secagem, com os dados obtidos após oito dias de secagem. Observa-se que não houve diferenças significativas entre os tipos de cobertura 1, 2 e 3, sendo estes significativamente diferentes da cobertura 4 (sombra de árvore), considerando-se a variável perda de umidade (Tabela 1).



**Fig. 1. Efeito do tipo de cobertura do secador solar na perda de umidade da biomassa de pimenta longa.**



**Fig. 2. Efeito do tipo de cobertura do secador solar no rendimento de óleo (B.L.U.).**



**Fig. 3. Efeito do tipo de cobertura do secador solar no teor de safrol.**

**Tabela 1. Teste de comparação de médias das variáveis avaliadas e as temperaturas médias da biomassa de pimenta longa no interior do secador em função do tipo de cobertura utilizada. Vila Extrema, RO. 2000.**

Tipo de cobertura	Perda de umidade (%)	Rendimento B.L.U. (%)	Teor de safrol (%)	Temperatura média (°C)
Plástico (1)	50,48 a	3,92 a	91,70 a	30,17
Alumínio (2)	48,23 a	3,45 ab	89,77 a	28,83
Amianto (3)	45,78 a	3,38 b	89,28 a	28,82
Sombra (4)	22,87 b	3,29 b	89,25 a	26,89

Média seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem estatisticamente entre si teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p > 0,05$ ).

Analisando-se a variável rendimento (B.L.U.), verifica-se que a cobertura de plástico foi a mais eficiente, embora não haja diferença significativa entre esta e a cobertura de telha de alumínio e desta para as demais coberturas. Quanto à concentração do safrol no óleo essencial, no oitavo dia de secagem, observa-se que não houve diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre os tipos de cobertura utilizados.

Desta forma, com base nos resultados acima e na importância da variável rendimento de óleo (B.L.U.) na produtividade da destilação de pimenta longa, pode-se recomendar, preferencialmente, a cobertura de plástico transparente para os secadores solares, levando-se em conta a maior média de temperatura atingida no interior do secador, que acelera a perda de umidade e, ainda, a facilidade de manuseio e de construção, além dos menores custos dessa matéria-prima (Tabela 1).

Considerando os processos de secagem em conjunto, a perda de umidade no período de secagem elevou-se em média de 9,77% para 41,84%, o rendimento de óleo de 2,98% para 3,51% em B.L.U e a concentração aumentou de 77,64% para um índice de 90% (Tabela 2). A elevação da

concentração de safrol, devido ao tempo de secagem, ocorre porque parte da fração química mais volátil do óleo essencial é eliminada pelo arraste do vapor de água durante o processo de secagem. Observa-se que o tempo de secagem eleva o rendimento de todos os fatores avaliados, ligados à produção de óleo essencial de pimenta longa.

**Tabela 2. Médias de perda de umidade, rendimento de óleo e teor de safrol por dia de secagem da biomassa de Pimenta longa, considerando os quatro tipos de cobertura em conjunto. Vila Extrema, RO. 2000.**

Dias de secagem	perda de umidade (%)	Rendimento B.L.U. (%)	Teor de safrol (%)
0*	0,00**	2,98	76,98
1	9,77	3,20	77,64
2	13,30	3,16	78,54
3	16,07	3,22	80,82
4	19,67	3,37	82,42
5	24,48	3,20	83,79
6	29,66	3,43	86,13
7	36,57	3,45	88,14
8	41,84	3,51	90,00

\*Biomassa fresca.

\*\*Umidade inicial=67%.

Na Tabela 3 estão apresentadas as equações de regressão ajustadas para as variáveis avaliadas durante o período de secagem, considerando-se os dados médios entre os processos de secagem testados.

**Tabela 3. Equações de regressão ajustadas para as variáveis perda de umidade, rendimento de óleo em base livre de umidade e teor de safrol em função do tempo de secagem da biomassa de pimenta longa em Vila Extrema, RO. 2000.**

VARIÁVEL DEPENDENTE (Y)	REGRESSÃO AJUSTADA	R <sup>2</sup>
Perda de umidade	$y=3,22+4,6x$	0,55
RBLU	$y=3,06+0,051x$	0,12
Teor de safrol	$y=75,3+1,81x$	0,87

x=tempo de secagem (dias).

## CONCLUSÕES

- Os secadores solares cobertos com plástico, telha de alumínio e de amianto, foram eficiente no processo de secagem natural da biomassa de pimenta longa.
- Os maiores percentuais de rendimento de óleo em base livre de umidade, foram obtidos nos secadores solares cobertos com plástico e telha de alumínio.
- Para a concentração de safrol atingir 90% no óleo essencial, o período de secagem deve ser de, no mínimo, oito dias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, J.A. de; DINIZ, T.D. de A.S.; BASTOS, T.X. Viabilidade de secadores para grãos no trópico úmido brasileiro. Belém, PA: EMBRAPA-CPATU, 1983. 19p. (EMBRAPA-CPATU. Circular técnica, 45 ).
- SAS Institute Inc. Release 8.1 (TS1MO), SAS System for Microsoft Windows, Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2000.
- SILVA, M.H.L. da tecnologia de cultivo e produção racional de pimenta longa (*Piper hispidinervium* C.D.C. ). Itajaí, RJ:URRJ, 1995. 72p. Tese Mestrado.

# OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E DO TEOR DE SAFROL DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C. DC.): 1 – QUALIDADE DA BIOMASSA PRODUZIDA PELO PRODUTOR<sup>1</sup>

Francisco José Câmara Figueirêdo<sup>2</sup>; David Baker<sup>3</sup>; Alberdan Silva Santos<sup>4</sup>  
Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>2</sup>; Sérgio de Mello Alves<sup>5</sup>

## INTRODUÇÃO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.) é uma espécie aromática, da família *Piperaceae*, nativa da Amazônia e encontrada como vegetação de campos de pastagem no Estado do Acre, além de SE adaptar a solos de baixa fertilidade natural (Alencar et al., 1971).

De acordo com Yuncker (1972), esta piperácea é um arbusto com porte que varia de dois a sete metros. O caule é do tipo geniculado, as folhas são membranáceas ou cartáceas de formato elíptico, elíptico-ovalado ou elíptico-lanceolado, as inflorescências são constituídas de minúsculas flores dispostas em forma de espiga alongada e os frutos obpiramidais.

Da pimenta longa é extraído um óleo essencial rico em safrol que, quando submetido à transformação química, forma compostos orgânicos como o piperonal e o ácido piperonílico, produtos utilizados como inseticidas e nas indústrias de perfumes e cosméticos (Maia et. al., 1987).

Durante a destilação, vários componentes de óleo essencial são arrastados por vapor e condensados em diferentes concentrações, de acordo com a sua volatilidade e peso específico. Conseqüentemente, a eficiência da operação de destilação deve afetar os teores individuais dos componentes do óleo, especialmente se esses são, como no caso do safrol no óleo de pimenta longa, o componente químico majoritário.

Este estudo teve como objetivo conhecer e propor alternativas à otimização do processo de extração de óleo essencial de biomassa de pimenta longa.

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se dados de resultados de destilação de biomassa seca de produtores de pimenta longa da Vila de São Jorge do Jabuti, município de Igarapé-Açu, PA.

Análises preliminares foram realizadas em 1999, em amostras de frações de óleo essencial, obtidas a cada 30', durante o processo de destilação industrial, até o máximo 240'. Os conhecimentos, a partir de análises em

<sup>1</sup> Pesquisa financiada com recursos do Department for International Development - DFID

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970 Belém, PA, fjcfc@cpatu.embrapa.br, olinto@cpatu.embrapa.br.

<sup>3</sup> Quím.-Ind., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, sergio@cpatu.embrapa.br.

<sup>4</sup> Eng.-Quím., M.Sc., Professor da Universidade Federal do Pará.

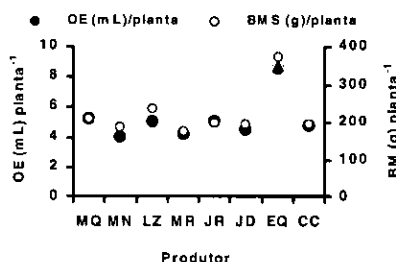
laboratório, permitiram pressupor que seria possível se obter teores de safrol acima de 90% a partir da segunda (60') até a sétima fração (210'). Desse modo, em nível experimental, as amostras de óleo essencial, durante o período de extração, foram feitas aos 30', 60', 90', 120', 150', 180', 210 e 240'. A partir da segunda fração, o material coletado representou a mistura das amostras acumuladas no processo de destilação.

Com base nos resultados de destilação, foi possível elaborar tabelas que permitiram visualizar os aspectos da produtividade média de biomassa (planta e hectare), o rendimento médio de óleo essencial no processo de extração e a estimativa de produção de óleo por hectare, com base na projeção da produção de matéria seca. Os resultados de teor de safrol também foram considerados na análise do óleo advindo de biomassa produzida em área de produtores de pimenta longa, identificados por MQ, MN, LZ, MR, JR, JD, EQ e CC.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de plantas cortadas por produtor foi bastante diverso, pois variou de 10.094 plantas (MQ) a 1.951 (JR), de áreas estimadas em cerca de um hectare.

Na Fig. 1 estão ilustradas as médias de biomassa seca e de óleo essencial produzido por planta de pimenta longa, cultivadas em áreas de produtores da Vila de São Jorge do Jabuti.



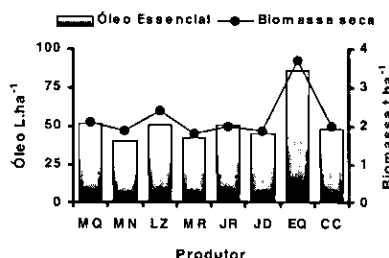
**Fig. 1. Produtividade média de biomassa seca (BMS) e de óleo essencial (OE) obtido de planta de pimenta longa, cultivada em área de produtores. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 1999.**

Os resultados da Fig. 1 indicam que o material cultivado teve comportamento diferente quanto à capacidade de produzir biomassa. Esse fato pode estar associado ao manejo praticado pelo produtor, haja vista que a pimenta longa não convive bem com a concorrência de ervas daninhas, assim como com a escassez de água. A produtividade média de biomassa seca variou de 176 (MR) a 380 g (EQ) por planta.

A produção de óleo essencial por planta oscilou de 8,6 mL (EQ) a 4,3

mL (MN). Pode-se perceber que existe certa correlação entre as produções de biomassa e de óleo essencial, daí o comportamento bastante semelhante entre os pontos das curvas na avaliação de plantas de pimenta longa (Fig. 1).

Na Fig. 2 projeta-se, com base nas produtividades alcançadas, o total de biomassa seca e a produção de óleo essencial por hectare cultivado com a pimenta longa.



**Fig. 2. Produtividades de biomassa seca e de óleo essencial por hectare cultivado com a pimenta longa. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 1999.**

Observa-se que a produtividade de biomassa seca foi muito baixa e variou de 1.760 a 3.740 kg.ha<sup>-1</sup>, valores extrapolados para um universo potencial de dez mil plantas por hectare no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m. Essas produtividades foram aquém do mínimo desejável, que gira em torno de 6 t.ha<sup>-1</sup>.ano.

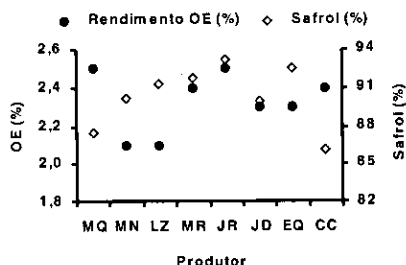
As quantidades projetadas de óleo essencial, a partir da estimativa de biomassa apta à extração, variaram de 43 a 86 L.ha<sup>-1</sup>. Esses valores também ficaram abaixo da previsão, que entre os produtores do Estado do Acre é de 240 L.ha<sup>-1</sup>.

As condições das áreas de cultivo da Vila de São Jorge do Jabuti são bastante diversas das do Acre, e as diferenças podem estar associadas às propriedades físico-químicas do solo e ao número de cortes de biomassa (dois/ano). Em Igarapé-Açu, os cortes são realizados, em média, a cada dez meses e os solos são mais pobres e bastante arenosos, com baixa capacidade de retenção de umidade. O manejo da biomassa de pós-corte ou durante a secagem, até o momento da extração, pode ter sido outro fator a contribuir para essa acentuada diferença de produtividade, foi pois há a necessidade de reviramento da biomassa em pelo menos três vezes ao dia, com vistas a evitar a fermentação.

Na Fig. 3 representados, de modo comparativo, os resultados médios de rendimento de óleo essencial e teor de safrol a partir de biomassa seca de pimenta longa cultivada na Vila de São Jorge do Jabuti.

O teor de safrol variou de 86,1 (CC) a 93,3% (JR), demonstrando a

desuniformidade da biomassa disponibilizada para a extração. De acordo com os resultados apresentados na Fig. 3 não existe correlação entre o rendimento e o teor de safrol, pois verificou-se que nem sempre um alto teor de safrol foi acompanhado de maior rendimento de óleo essencial, que na maioria das extrações ficou abaixo de 2,5%.



**Fig. 3. Rendimento de óleo essencial (OE) e teor de safrol de biomassa de pimenta longa cultivada na Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 1999.**

### CONCLUSÕES

A população de plantas por área de produtor foi baixa e a redução decorreu, principalmente, de déficit hídrico nos meses de menor incidência pluviométrica (agosto a novembro).

A produtividade de biomassa também foi baixa, o que caracteriza que o manejo nos cultivos não foi adequado, como a correção da fertilidade do solo e o suprimento de água nos meses de maior estiagem.

A baixa produtividade de biomassa e o rendimento da extração foram os responsáveis pelas reduzidas quantidades de óleo essencial projetadas para cada hectare cultivado.

Os níveis de safrol no óleo essencial podem ser considerados razoáveis, haja vista que em 50% das amostras avaliadas os valores superaram os 90%.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, R.; LIMA, R. A.; CORRÊA, R. G. C.; GOTTLIEB, O. R.; MARX, M. C.; SILVA, M. L.; MAIA, J. G. S.; MAGALHÃES, M. T. & ASSUMPÇÃO, R. M. V. Óleos Essenciais de Plantas Brasileiras. *Acta Amazonica*, 1:41-43, 1971.

MAIA, J. G.; SILVA, M. L.; LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; RAMOS, L. S. Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. *Química Nova*, v.10, n.3, p.200-204, 1987.

YUNCKER, T. G. The Piperaceae of Brazil. *Hoehnea*. São Paulo, 2:1-366, 1972.



## OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E DO TEOR DE SAFROL DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C. DC.): 2 – ESTUDO DE CARGA DE BIOMASSA NO DESTILADOR<sup>1</sup>

Francisco José Câmara Figueirêdo<sup>2</sup>; Sérgio de Mello Alves<sup>3</sup>;  
Alberdan Silva Santos<sup>4</sup>; Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

O rendimento de óleo essencial de biomassa seca de pimenta longa (*Piper hispidinervum* C. DC.), espécie da família *Piperaceae* e nativa do Estado do Acre, é de cerca de 3,5%, com teores de safrol que variam de 88 a 96% (Mendes, 1999). Mas, segundo Silva (1993) e Rocha Neto et al. (1999), o safrol pode representar de 90 a 94 % do total de óleo essencial, cujo rendimento chega a equivaler a até 4 % do peso seco.

O óleo essencial dessa piperácea tem rendimento inferior ao obtido de óleo resina de pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.), que varia de 12 a 14% (Lewis, 1984), e de alecrim-pimenta (*Lippia sidoides* Cham.), 6% (Craveiro et al. 1981); mas supera o de outras espécies, como a canela silvestre (*Croton aff. zehntneri* Pax e Hoffm.), 1,5%; o chá-de-moça (*Pectis apodocephala* Baker), 0,1%; o capim-limão (*Cymbogon citratus* DC.), 0,12%; o marmeleiro (*Croton sonderianus* Muell. Arg.), 0,5 a 1,8%; o mentrasto (*Ageratum conyzoides* L.), >0,2% (Craveiro et al. 1981).

Este estudo de otimização avaliou a redução de carga de biomassa no destilador, com o objetivo de promover o aumento do rendimento de óleo essencial de pimenta longa.

### MATERIAL E MÉTODOS

As destilações foram realizadas na usina instalada na Vila de São Jorge do Jabuti, município de Igarapé-Açu, PA, com capacidade do destilador projetada para receber 400 kg de biomassa seca.

Os tratamentos considerados foram as cargas de 400, 350, 300, 250 e 200 kg de biomassa. No decorrer da extração foram tomadas amostras de óleo a cada 30 minutos a partir do início destilação, até o máximo de oito amostras ou 240 minutos.

<sup>1</sup> Pesquisa financiada com recursos do Department for International Development - DFID

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970 Belém, PA, fjc@capatu.embrapa.br, olinto@cpatu.embrapa.br

<sup>3</sup> Quím.-Ind., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, sergio@cpatu.embrapa.br

<sup>4</sup> Eng.-Quím., M.Sc., Professor da Universidade Federal do Pará.

Os dados considerados para a interpretação dos resultados foram: rendimento, produtividade, densidade e índice de refração do óleo essencial; e teor de safrol.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fig. 1 estão registrados os resultados de frações de óleo essencial obtidos no decorrer do processo de extração. Na Fig. 2 está representado o comportamento evolutivo do rendimento de óleo essencial no decorrer do processo de extração de biomassa de pimenta longa.

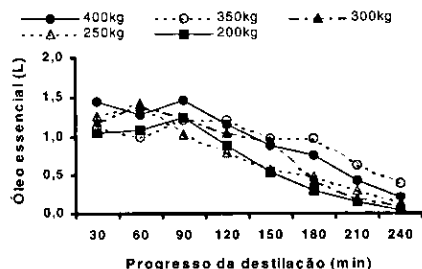


Fig. 1. Frações de óleo essencial de biomassa de pimenta longa, obtidas no decorrer do processo de extração. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

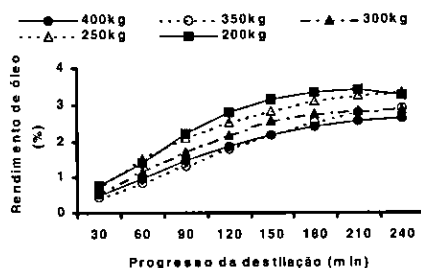


Fig. 2. Rendimento de óleo essencial de pimenta longa no decorrer do processo de extração de diferentes quantidades de biomassa. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

Pode-se observar na Fig. 1 que até 90 minutos do início da destilação, todos os tratamentos testados obtiveram frações de óleo essencial superior a 1,0 L, comportamento idêntico ainda foi possível verificar para as cargas de 400 a 300 kg até 120 minutos. Verifica-se que nos tratamentos 250 e 200 kg a exaustão da extração tende a ocorrer antes do tempo máximo de 240 minutos, fato que pode abreviar a duração do processo.

Na Fig. 2 pode-se observar que os maiores rendimentos de óleo essencial foram alcançados pelas menores cargas de biomassa no destilador (200 e 250 kg), ambas superaram os 3,0%, que foram 20% a mais que a média local (2,5%). Para as cargas de 400, 350 e 300 kg, o rendimento de óleo essencial variou de 2,6 a 2,8%.

Na Fig. 3 estão demonstradas as quantidades acumuladas de óleo essencial de pimenta longa ao longo do período de extração de diferentes quantidades de biomassa. Por outro lado, na Fig. 4 projeta-se a produtividade de óleo essencial, a partir de matéria seca com 25% de umidade, quando se variar a carga de biomassa seca a ser submetida ao processo de extração.

A produtividade de óleo essencial a partir da destilação de quantidades diversas de biomassa variou, ao final do processo de extração, de 7,6 (400 kg) a 5,1 L (200 kg). A lógica poderia indicar, por se tratar de biomassa de mesma procedência e submetida ao mesmo tipo de manejo (corte, destalamento e secagem), que a relação final de quantidades de óleo essencial fosse de 2:1 para os tratamentos de 400 e 200 kg, respectivamente, mas aquela só foi superior a esta em 33%, o que enseja afirmar que é possível obter maior produtividade de óleo quando a carga do destilador foi menor do que sua capacidade máxima.

Pode-se inferir, com base na Fig. 4, que houve a superioridade de 25% da produtividade de óleo essencial da carga de 200 kg em relação à de 400 kg. Esses resultados, no entanto, precisam ser avaliados quanto à sua economicidade.

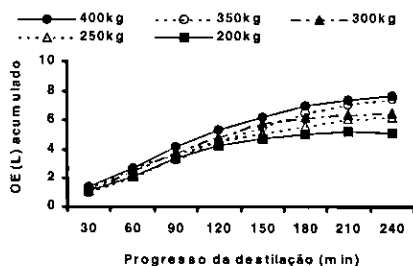


Fig. 3. Acúmulo de produção de óleo essencial (OE) de pimenta longa, no decorrer do processo de extração de diferentes quantidades de biomassa. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

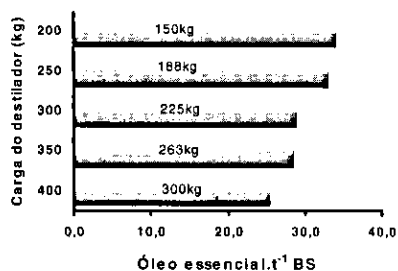


Fig. 4. Projeção de produtividade de óleo essencial de biomassa de pimenta longa, com teor de umidade de 25%, obtida de extrações de diferentes cargas no destilador. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

Com base nos resultados da Fig. 4, é possível projetar produtividades que variam de 204 L.ha<sup>-1</sup> (200 kg) a 153 L.ha<sup>-1</sup> (400 kg), considerando a produção de seis toneladas de biomassa seca por hectare/ano. Essas projeções não superam a estimativa desejável de 240 L de óleo essencial por hectare/ano.

Na Fig. 5 é estabelecida a relação entre rendimento de óleo essencial e teor de safrol obtidos de biomassa de pimenta longa destilada de diferentes cargas de biomassa seca. Por outro lado, na Fig. 6 estão ilustradas as amplitudes de variações da densidade e do índice de refração, dados importantes na caracterização do óleo essencial de pimenta longa.

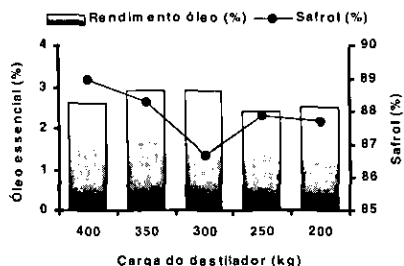


Fig. 5. Relação entre rendimento de óleo essencial e teor de safrol obtidos de biomassa de pimenta longa. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

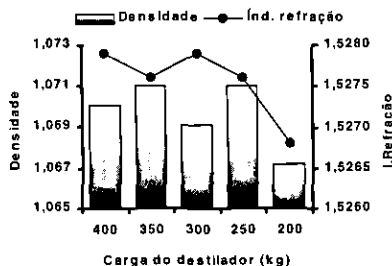


Fig. 6. Resultados médios de densidade e de índice de refração do óleo essencial de pimenta longa. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

A variação de safrol em relação ao rendimento de óleo essencial, obtido de quantidades diferentes de biomassa, não é lógica, pois é inconcebível a redução acentuada de safrol no tratamento correspondente a 300 kg. No entanto pode estar associado há algum problema ocorrido quando da secagem, como a fermentação de parte da biomassa ou no momento da avaliação do teor de safrol por cromatografia.

De acordo com os dados da Fig. 6, observa-se que a densidade do óleo essencial de pimenta longa variou a partir dos extremos de 1,065 a 1,073 e o índice de refração de 1,5260 a 1,5280.

## CONCLUSÕES

As maiores frações de óleo essencial são obtidas entre 30 e 120' do início do processo de destilação, bem como, a maior quantidade de biomassa seca, em extração, não garante os maiores volumes de óleo nesse período.

Os maiores rendimentos de óleo essencial são alcançados nas destilações de cargas menores de biomassa seca, 200 e 250 kg.

O maior acúmulo de óleo essencial, por período de destilação, é alcançado pelas extrações das maiores quantidades de biomassa, mas quando da destilação das menores há a tendência de que seja reduzido o tempo de destilação, para algo em torno de 180 minutos.

As maiores quantidades de óleo essencial por tonelada de biomassa seca (25%) são obtidas pelas cargas menores, 200 e 250 kg.

Os maiores rendimentos de óleo essencial foram obtidos pelas menores cargas, 200 e 250 kg.

O teor de safrol não está correlacionado com o tamanho da carga, nem com o rendimento de óleo essencial, assim como a densidade e o índice de refração.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRAVEIRO, A.A.; FERNANDES, A.G.; ANDRADE, C.G.S.; MATOS, F.J. de A.; MACHADO, M.I.L. **Óleos essenciais de plantas do Nordeste**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1981. 210p.

LEWIS, Y.S. *Spices and herbs for the food industry*. Orpinton: Food Trade Presse, 1984. 207p.

MENDES, F.A.T. **Análise econômica e financeira**. Projeto pimenta longa nos Estados do Pará e Rondônia. Belém, 1999. 42p.

ROCHA NETO, O.G.; OLIVEIRA JR.; CARVALHO, J.E.U. de; LAMEIRA, O.A. **Principais produtos extrativos da Amazônia**: e seus coeficientes técnicos. Brasília: IBAMA, Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais, 78p. 1999.

SILVA, M.H.L. da. **Tecnologia de cultivo e produção racional de pimenta longa, *Piper hispidinervium* C. DC.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993. 120p. (Tese de Mestrado).

# OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E DO TEOR DE SAFROL DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C.DC.): 3 – ESTUDO DE UMIDADE DA BIOMASSA SOBRE A EFICIÊNCIA DA DESTILAÇÃO<sup>1</sup>

Francisco José Câmara Figueirêdo<sup>2</sup>; David Baker<sup>3</sup>; Alberdan Silva Santos<sup>4</sup>  
Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>2</sup>; Sérgio de Mello Alves<sup>5</sup>

## INTRODUÇÃO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum*) é um arbusto, com porte que varia de dois a sete metros (Yuncker, 1972). É uma espécie aromática, da família *Piperaceae*, nativa da Amazônia e encontrada como vegetação nativa de campos de pastagem do Estado do Acre (Alencar et al., 1971).

Da pimenta longa é extraído um óleo essencial rico em safrol, do qual são extraídos o piperonal e o ácido piperonílico usados como inseticidas e nas indústrias de perfumes e cosméticos (Maia et. al., 1987). O safrol também pode ser obtido de óleos essenciais extraídos de folhas e talos (hastes) de plantas de outras famílias como de *Illiciaceae* (*Illicium griffithii* Hook. et Thoms; *Illicium difengpi*), *Lauraceae* (*Cinnamomum micranthum*; *Sassafras albidum*); *Magnoliaceae* (*Michelia montana*; *Talauma gioi* Aug. Chev.), *Piperaceae* (*Peperomia rotundifolia* Schlect. & Cham.; *Piper sylvestre*) e *Rutaceae* (*Zieria* spp.), segundo Nguyen et al. (1998), Xu, et al. (1996), Carlson & Thompson (1997), Dutta et al. (1987), Nguyen et al. (1997), Bessiere et al. (1994), Gurib (1994), Griffin et al. (1998), respectivamente. No Brasil destacou-se, por muitos anos, o sassafrás (*Ocotea pretiosa* (Nees) Mez.), espécie da família *Lauraceae* muito explorada no Estado de Santa Catarina.

Figueirêdo et al. (1999), com base em estudos preliminares com materiais obtidos de plantas de pimenta longa cultivadas no Campo Experimental da Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, Estado do Pará, informam que o rendimento de óleo essencial pode variar de 2,97 a 1,75%, em biomassas com 79,7 a 11% de umidade, com o teor de safrol variando, naquelas amostras, de 83 a 99%. Perceberam, então, que esses resultados obtidos foram dependentes das condições de umidade da biomassa.

O objetivo deste estudo foi o de avaliar os efeitos do teor de umidade de biomassa de pimenta longa sobre a qualidade do óleo essencial extraído de suas folhas e ramos finos.

<sup>1</sup> Pesquisa financiada com recursos do Department for International Development - DFID.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970 Belém, PA, fjc@cpatu.embrapa.br, ointo@cpatu.embrapa.br.

<sup>3</sup> Quím.-Ind., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, sergio@cpatu.embrapa.br.

<sup>4</sup> Eng.-Quím., M.Sc., Professor da Universidade Federal do Pará.

## MATERIAL E MÉTODOS

Entre os anos de 1999 e 2000 foram controladas, em nível de usina industrial, 25 extrações de óleo essencial de biomassa de pimenta longa, com teores variáveis de umidade. Esses dados foram ordenados, de modo que permitissem a interpretação dos efeitos da umidade da biomassa na quantidade ( $L \cdot ha^{-1}$ ) e na qualidade (safrol %) do óleo essencial.

Os níveis de umidade considerados foram  $15 \pm 3^\circ C$ ;  $20 \pm 3^\circ C$ ;  $25 \pm 3^\circ C$ ;  $30 \pm 3^\circ C$ ;  $35 \pm 3^\circ C$ ;  $40 \pm 3^\circ C$  e  $50 \pm 3^\circ C$  e os valores resultaram, em alguns casos, de médias de observações tomadas individualmente e em épocas diferentes.

Os parâmetros considerados, para fins de interpretação, foram o volume (L) de óleo essencial extraído a cada intervalo (30'; 60'; 90'; 120'; 150'; 180'; 210' e 240') do progresso da destilação; o volume total (L) de óleo em cada extração; o rendimento (%) de óleo por extração; o teor de safrol (%) e a estimativa da produtividade potencial (L) de óleo essencial por hectare cultivado com pimenta longa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os volumes médios obtidos de óleo essencial nos intervalos do processo de destilação estão demonstrados na Fig. 1 e os de volumes de óleo essencial acumulados no processo de destilação são discriminados na Fig. 2.

De acordo com os resultados da Fig. 1 especula-se sobre a validade de prorrogar o processo de destilação para além de 180 minutos, pois o volume de óleo obtido, exceção à biomassa com 25% de umidade (0,6 L), foi sempre inferior a 0,4 L. Percebeu-se também que as biomassas, com teores de umidade superiores a 30%, apresentaram sempre os menores volumes de óleo essencial em todos os intervalos do processo de destilação.

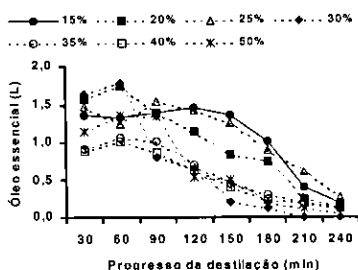


Fig. 1. Volumes médios obtidos de óleo essencial de biomassa de pimenta longa, com diferentes teores de umidade, a cada intervalo do progresso da destilação. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

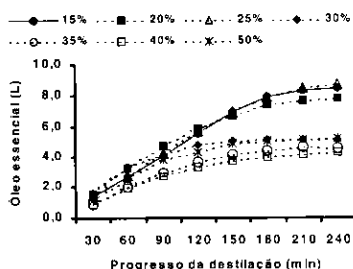


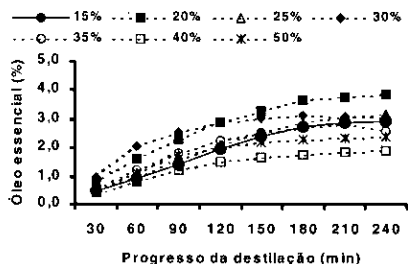
Fig. 2. Resultados médios de volumes acumulados de óleo essencial de pimenta longa, extraído de biomassa com diferentes teores de umidade, ao final do processo de destilação. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

Observa-se na Fig. 2 que os maiores volumes obtidos de óleo essencial, ao final de cada destilação, foram de biomassa com os mais baixos teores de umidade (15, 20 e 25%). Esses resultados sugerem a necessidade de que a biomassa seja, a princípio, exposta a processos de secagem, muito embora sejam contraditórios em relação a outros estudos, também, conduzidos na Vila de São Jorge do Jabuti.

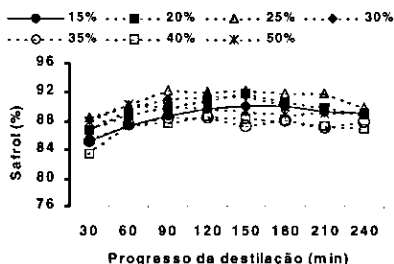
Nas Fig. 3 e 4 estão representados os rendimentos médios de óleo essencial registrados nos intervalos do processo de destilação e os de teor de safrol em óleo essencial de pimenta longa obtidos de biomassa com diferentes teores de umidade, respectivamente.

Esses resultados indicam que a maior eficiência na extração é alcançada pela biomassa com 20% de umidade seguida da de 30% (Fig. 3), mas pode-se perceber que há a tendência de vantagem de biomassas com menores teores de umidade sobre as mais elevadas.

Percebe-se nas porções de óleo essencial obtidas, que o teor máximo de safrol é alcançado a partir de 60 minutos do início do processo de extração, até 210 minutos, independente do teor de umidade da biomassa, muito embora as porcentagens tenham sido maiores em biomassas com umidade entre 15 e 30% (Fig. 4).



**Fig. 3.** Rendimentos médios de óleo essencial de pimenta longa extraído de biomassa com diferentes teores de umidade. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.



**Fig. 4.** Resultados médios de teor de safrol em óleo essencial de biomassa de pimenta longa com diferentes teores de umidade. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

Na Fig. 5 estão representados os valores médios de rendimento de óleo essencial (%) e de teor de safrol (%) e, na Fig. 6, estão discriminados os totais máximos de óleo essencial de biomassa de pimenta longa, com diferentes teores de umidade, ao final da extração, com médias que variaram de 4,3 L (233 kg/40%) a 8,7 L (240kg/25%). Observa-se na Fig. 5 que houve tendência de correlação entre o rendimento de óleo essencial e o teor de safrol e, em ambos os casos, os melhores desempenhos foram registrados para biomassas com umidade de 20% a 30%. Para esta faixa de umidade, o rendimento de óleo essencial foi superior a 3% e o pico máximo de safrol (>90%) ocorreu em



biomassa com 25% de umidade.

Pode-se perceber na Fig. 6 que os maiores volumes totais de óleo essencial foram alcançados pelas biomassas com menores teores de umidade (25%/240 kg; 15%/296 kg e 20%/203 kg). Ao projetar-se a potencialidade de produção óleo essencial para cargas de 400 kg, não haveria alteração nesta ordem e os volumes de óleo, ao final de cada extração, seriam de 11,8 L; 10,5 L e 11,5 L, respectivamente.

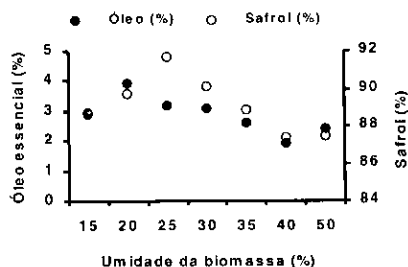


Fig. 5. Resultados médios rendimento e teor de safrol em óleo essencial de biomassa de pimenta longa. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

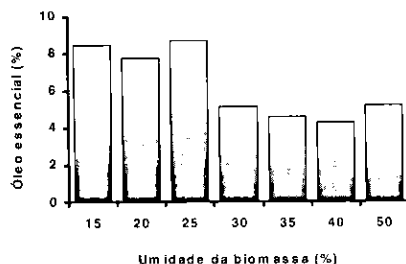


Fig. 6. Resultados médios de óleo essencial de pimenta longa, proveniente de biomassa com diferentes teores de umidade, ao final do período de destilação. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

A partir dos resultados de extração, projetou-se, na Fig. 7, a produtividade de óleo essencial por hectare cultivado de pimenta longa, com potencialidade de produzir seis toneladas de biomassa seca, quantidade esta considerada como capaz de proporcionar margem razoável de lucro ao produtor.

Os resultados estimados permitem inferir que boas produtividades de óleos são obtidas de biomassa com 20 (231 L) e 25% (218) de umidade.

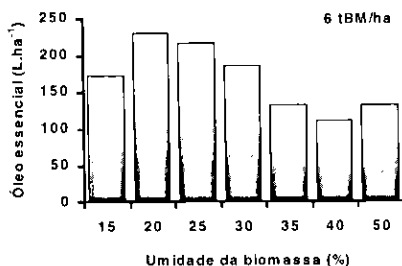


Fig. 7. Estimativa média de produtividade de óleo essencial de biomassa (BM) de pimenta longa. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

## CONCLUSÕES

A extração de óleo essencial de pimenta longa é mais eficiente quando o teor de umidade da biomassa se situa em torno de 20% a 25%.

A produtividade de óleo essencial projetada, apesar de poder ser considerada boa, ficou abaixo de 240 litros estabelecido como meta para os cultivos comerciais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, R.; LIMA, R. A.; CORRÊA, R. G. C.; GOTTLIEB, O. R.; MARX, M. C.; SILVA, M. L.; MAIA, J. G. S.; MAGALHÃES, M. T. & ASSUMPÇÃO, R. M. V. Óleos Essenciais de Plantas Brasileiras. **Acta Amazonica**, v.1. p.41-43, 1971.

BESSIERE, J. M.; MENUT, C.; LAMATY, G.; JOSEPH, H. Variations in the volatile constituents of *Peperomia rotundifolia* Schlecht. & Cham. grown on different host-trees in Guadeloupe. **Flavour and Fragrance Journal**, v.9, n.3, p.131-133, 1994.

CARLSON, M.; THOMPSON, R. D. Liquid chromatographic determination of safrole in sassafras derived herbal products. **Journal of AOAC International**, 1997, v.80, n.5, p.1023-1028, 1997.

DUTTA, S. C.; MATHUR, R. K.; BARUAH, A.; BARUAH, J. N. Major volatile components of *Michelia montana*. **Planta Medica**, v.53, n.5, p.505; 1987.

FIGUEIRÊDO, F.J.C.; SANTOS, A.S.; ROCHA NETO, O.G. da; ALVES, S. de M.; TAVARES, A.C.C.. **Secagem de biomassa de pimenta longa**. 14p., 1999. (mimeografado).

GRIFFIN, S. G.; LEACH, D.N.; MARKHAM, J.; JOHNSTONE, R. Antimicrobial activity of essential oils from *Zieria*. **Journal of Essential Oil Research**, v.10, n.2, p.165-174, 1998.

GURIB, F. A. Constituents of the essential oils from *Piper sylvestre* growing in Mauritius. **Planta Medica**, v.60, n.4, p.376-377, 1994.

MAIA, J. G.; SILVA, M. L.; LUZ, A. I. R.; ZOGHBI, M. G. B.; RAMOS, L. S. Espécies de *Piper* da Amazônia ricas em safrol. **Química Nova**, v.10, n.3, p.200-204, 1987.

- NGUYEN, X. D.; NGUYEN, T. T.; PHAM, V. K.; NGUYEN, T. Q.; HOANG, T. L.; LECLERCQ, P.A. Characterization of the oils from various parts of *Talauma gioi* Aug. Chev. (Magnoliaceae) from Vietnam. **Journal of Essential Oil Research**, v.9, n.1, p.119-121, 1997.
- XU, H. H.; ZHAO, S. H.; XU, H. H.; ZHAO, S.H. Studies on insecticidal activity of the essential oil from *Cinnamomum micranthum* and its bioactive component. **Journal of South China Agricultural University**, v.17, n.1, v.10-17, 1996.
- YUNCKER, T. G. The Piperaceae of Brazil. **Hoehnea**. São Paulo, 2:1-366, 1972.

# OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO DE ÓLEO ESSENCIAL E DO TEOR DE SAFROL DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum* C. DC.): 4 – AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ÓLEO NO DECORRER DA DESTILAÇÃO<sup>1</sup>

Francisco J.C. Figueirêdo<sup>2</sup>; Sérgio de Mello Alves<sup>3</sup>  
Olinto Gomes da Rocha Neto<sup>2</sup>; Alberdan Silva Santos<sup>4</sup>

## INTRODUÇÃO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum*) pertence à família *Piperaceae*, é do Estado do Acre e se adapta a solos de baixa fertilidade natural (Alencar et al., 1971).

Os órgãos vegetativos da pimenta longa são do tipo idioblastos oleíferos que produzem óleo essencial rico em safrol, que é um fenil-éter volátil e, segundo Alencar et al. (1971), quando na sua forma pura à temperatura ambiente, é um líquido viscoso de aroma conforáceo.

Da pimenta longa é extraído um óleo essencial e o safrol é o seu principal componente. O safrol é um composto aromático empregado na fabricação de heliotropina, importante fixador e componente de fragrância, e butóxido de piperonila, usado como sinérgico em inseticidas naturais (Maia & Silva, 1995). O safrol representa de 90 a 94 % do total de óleo essencial, cujo rendimento equivale a 4 % do peso seco (Silva, 1993).

Os óleos essenciais são frações gordurosas naturais extraídas de plantas aromáticas que se evaporam à temperatura ambiente. Esses óleos contêm substâncias químicas voláteis que conferem os aromas da planta que, em geral, são formados por terpenos, responsáveis pelo odor agradável. Os óleos essenciais são encontrados nas partes aéreas (folhas e galhos), cascas, troncos, raízes, frutos, flores, sementes e resinas de plantas (Zoghbi et al. 1998).

O objetivo deste estudo foi o de avaliar a destilação de biomassa de pimenta longa e os seus efeitos sobre a qualidade do óleo essencial.

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo Department for International Development - DFID

<sup>2</sup> Eng.-Agrôn., D.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa Postal 48, CEP 66017-970, Belém, PA. E-mail: fjc@cpatu.embrapa.br, olinto@cpatu.embrapa.br.

<sup>3</sup> Quím.-Ind., M.Sc., Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental. E-mail: sergio@cpatu.embrapa.br

<sup>4</sup> Eng.-Quím., M.Sc., Professor da Universidade Federal do Pará.

## MATERIAL E MÉTODOS

A biomassa utilizada neste estudo foi proveniente de cultivos experimentais, implantados na Vila de São Jorge do Jabuti, município de Igarapé-Açu, Pará.

A área experimental foi manejada de modo que permitiu o bom desenvolvimento das plantas que receberam na cova, quando do plantio, a mistura de 7 g de superfosfato triplo e dois litros de raspa de mandioca curtida. Aos 30 e 60 dias após a implantação do cultivo, foram aplicados, em cobertura, 3 g de uréia e 2 g de cloreto de potássio por planta. Após a última adubação, a área cultivada recebeu cobertura morta de raspa de mandioca curtida na base de 180 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. A partir de agosto, as plantas passaram a ser irrigadas por aspersão.

Da biomassa obtida, aos dez meses após o plantio no campo, utilizaram-se 400 kg de biomassa. A extração foi feita em nível industrial e obedeceu à rotina praticada na Usina administrada pela Associação Comunitária Rural de São Jorge do Jabuti (ACORDA Jabuti).

Os parâmetros de avaliação foram determinação de umidade da biomassa e, no decorrer do processo de destilação, aos 30', 60', 90', 120', 150', 180', 210' e 240', foram coletadas amostras individuais e em mistura de óleo essencial das quais se avaliaram os volumes de óleo extraído e total, as porcentagens de água em mistura com o óleo, o rendimento de extração, a densidade, índice de refração e o teor de safrol.

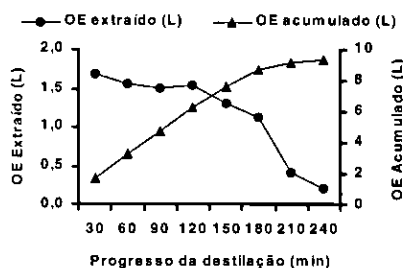
A umidade, em nível laboratorial, foi feita pelo método do tolueno, à temperatura de  $\pm 90^{\circ}\text{C}$  da manta aquecedora e com o tempo máximo de exposição de 60 minutos. A extração de óleo essencial foi feita de amostras de 30 g de biomassa, à temperatura regulada até o ponto de ebulição da água ( $\pm 90^{\circ}\text{C}$ ), no período de três a quatro horas.

A densidade do óleo essencial foi medida com densímetros em amostras de 150 mL e o índice de refração em refratômetro com leitura direta. O teor de safrol foi determinado por cromatografia gasosa, com o cromatógrafo acoplado a um espectrômetro de massa, sob temperatura de  $60^{\circ}\text{C}$  a  $240^{\circ}\text{C}$ , à velocidade de  $3^{\circ}\text{C}$  por minuto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado de determinação de umidade da amostra, 27%, garantiu a quantidade de 292 kg de biomassa seca usada no processo de destilação. O percentual de umidade da biomassa está contido no intervalo de teores de umidade que proporcionaram, em estudo específico, as melhores performances de extração e qualidade do óleo essencial.

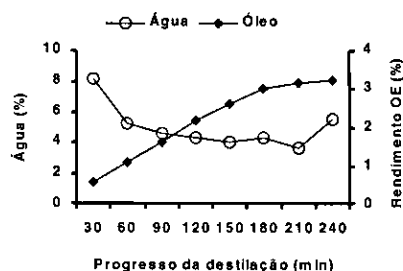
Na Fig. 1 estão representados os valores de rendimento (%) e de volume de óleo essencial acumulado (L) ao final do processo da destilação de biomassa de pimenta longa.



**Fig. 1. Volumes parcial e total de óleo essencial extraídos de biomassa de pimenta longa com 27% de umidade. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.**

As curvas têm a tendência esperada, mas chama à atenção o acúmulo total de óleo essencial ao final da destilação (9,38 L), e permite projetar o total de 192 L.6 t BM.ha<sup>-1</sup>, mesmo assim abaixo do desejável (240 L.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>). Os resultados também permitem questionar a necessidade de prorrogar a destilação até 240 minutos do início da extração, pois as frações extraídas a partir de 180 minutos de destilação foram mínimas, concordando com os resultados de outros estudos de otimização.

Na Fig. 2 estão discriminados os rendimentos de extração de óleo essencial e as porcentagens de água contidas no óleo, no decorrer do processo de destilação.



**Fig. 2. Rendimento de óleo essencial extraído de biomassa de pimenta longa, com 27% de umidade, e porcentagem de água em mistura com o óleo. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.**

O rendimento de óleo essencial final foi de 3,2%, taxa superior à média local que gira em torno de 2,5%. O teor de água em mistura com o óleo essencial extraído, variou de 8,2 (30') a 5,5% (240'), mas pode-se perceber na Figura 2 que, após a progressiva redução do conteúdo de água, este volta a subir no

último intervalo da destilação, quando o conteúdo de óleo foi o mais baixo.

Na Fig. 3 estão ilustradas as densidades observadas de amostras de óleo essencial sujo, em mistura com água e outras impurezas, e limpo, após ser retirada a água com a adição de sulfato de sódio anidro e filtração.

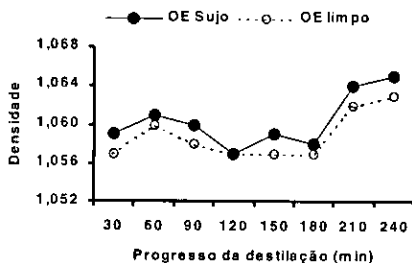
As curvas apresentadas na Fig. 3 são bastante semelhantes e houve sempre, exceção à amostra coletada aos 120', superioridade das amostras sujas, mas as diferenças observadas foram mínimas, o que caracteriza que a limpeza não melhorou a qualidade do óleo.

Na Fig. 4 estão representadas as curvas de índice de refração observadas de amostras de óleo essencial sujo e limpo.

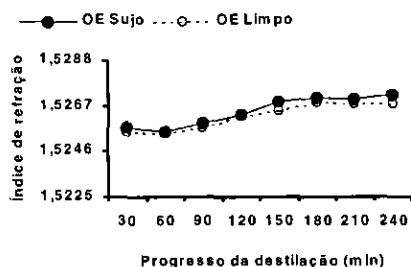
A tendência das curvas foi a mesma observada para densidades, mas praticamente não houve diferença entre os óleos sujo e limpo, exceto aos 60' do progresso da destilação, quando os valores foram praticamente iguais.

Na Fig. 5 estão representados os resultados de teor de safrol contido em amostras, simples e em misturas, de óleo essencial obtido no decorrer do progresso da destilação.

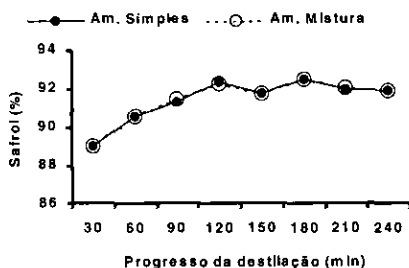
As diferenças de teor de safrol nessas frações de amostras de óleo essencial obtidas no decorrer do progresso da destilação foram mínimas e a superioridade se alternou entre as amostras simples e em misturas, mas, a média das amostras em mistura foi maior que a das simples.



**Fig. 3.** Densidade de óleo essencial de biomassa de pimenta longa, sujo e limpo, nos diferentes intervalos do progresso da destilação. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.



**Fig. 4.** Índice de refração de óleo essencial de biomassa de pimenta longa, sujo e limpo, nos diferentes intervalos do progresso da destilação. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.



**Fig. 5.** Teor de safrol de amostras, simples e em misturas, de óleo essencial de biomassa de pimenta longa, nos diferentes intervalos do progresso da destilação. Vila de São Jorge do Jabuti, Igarapé-Açu, PA, 2000.

## CONCLUSÕES

A extração de óleo essencial de biomassa de pimenta longa, proveniente de área experimental, apesar do bom desempenho de rendimento, não atinge a expectativa de produtividade projetada para a região de Igarapé-Açu, PA.

O processo de destilação, em nível industrial, precisa ser mais refinado, pois o volume de água no produto extraído chega a valores próximos de 9% do volume de óleo essencial obtido.

Para fins de informação das características do óleo essencial (densidade, índice de refração e teor de safrol) obtido de biomassa de pimenta longa, ressaltando-se a melhor operacionalização de equipamentos de laboratório, não há necessidade de se proceder a limpeza do óleo, mas que pode ser fundamental quanto aos aspectos de sua apresentação para comercialização.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALENCAR, R.; LIMA, R. A.; CORRÊA, R. G. C.; GOTTLIEB, O. R.; MARX, M. C.; SILVA, M. L. ; MAIA, J. G. S.; MAGALHÃES, M. T. & ASSUMPÇÃO, R. M. V. Óleos Essenciais de Plantas Brasileiras. **Acta Amazônica**, 1:41-43, 1971.

MAIA, J. G. S. & SILVA, M. H. L. **Relatório técnico do projeto “Potencial econômico das plantas aromáticas do Estado do Pará”**: Cooperação técnica Brasil-Reino Unido (ODA). Belém: MPEG, 1995. 48p.

SILVA, M. H. L. da. **Tecnologia de Cultivo e Produção Racional de Pimenta Longa, *Piper hispidinervium* C. DC.** Tese de Mestrado. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1993. 120p.

ZOOGHBI, M.G.B.; ANDRADE, E.H.A.; SANTOS, A.S.; MAIA, J.G.S. Volatile constituents of the resins from *Protium subseratum* (Engl.) Engl. and *Tetragastris panamensis* (Engl.) Kuntz. **Journal of Essential Oil Research**, v.10, p.325-326. 1998.

# EFEITO DO TEMPO DE DESTILAÇÃO COMERCIAL DE BIOMASSA DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum*) NA CONCENTRAÇÃO DE SAFROL<sup>1</sup>

Flávio Araújo Pimentel<sup>2</sup>

Elias Melo de Miranda<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

A *Piper hispidinervum* é uma espécie arbustiva nativa do Estado do Acre. As suas folhas e ramos secundários produzem um óleo essencial rico em safrol. Este componente químico aromático obtido naturalmente é empregado pela indústria química como material de base para a fabricação de heliotropina, um importante fixador usado nas indústrias de perfumes, e do butóxido de piperonila (PBO), como sinergista de inseticidas naturais como a piretrina (Silva, 1995). Os trabalhos realizados com esta espécie, a partir da década de 1990, por pesquisadores da Embrapa, permitiram a implantação de agroindústria, em comunidades de pequenos produtores rurais, visando à produção de óleo essencial em escala comercial. Considerando que o processo de obtenção do óleo essencial passa por uma série de etapas, muitos são os fatores que influenciam a qualidade do produto final. Tais fatores consistem em umidade da biomassa, tempo e temperatura de destilação e secagem da pimenta longa, compactação da matéria-prima durante o processo de extração do óleo essencial, entre outros. Com base nestes aspectos, a Embrapa Acre desenvolveu pesquisas com a finalidade de otimizar o processo de destilação e elevar a qualidade do produto destilado visando atender às exigências do mercado consumidor, que atualmente valoriza o óleo essencial com no mínimo 90% de safrol. Este trabalho teve como objetivo estudar a influência do tempo de destilação comercial na concentração do safrol no óleo essencial.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram realizados na destilaria comercial de pimenta longa, instalada em uma área da Associação de Produtores Rurais Vencedora (Aspruve), em Vila Extrema, RO. O destilador utilizado é constituído de caldeira aquecida à lenha (volume = 1 m<sup>3</sup> e produção de vapor = 60/70 kg/h), extrator (volume = 1,52 m<sup>3</sup>), grade (base interna inferior com orifícios de 5 mm), condensador (volume = 1,70 m<sup>3</sup>, serpentina com 11 m de comprimento e diâmetro = 3/4") e coletores de decantação (volume = 0,1 m<sup>3</sup>). A caldeira foi

<sup>1</sup> Apoio Financeiro: Department For International Development - Dfid.

<sup>2</sup> Eng. agrôn., M.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, 69908-970, Rio Branco, AC.  
e-mail: flavio@cpatac.embrapa.br

acoplada ao extrator, o qual possui na parte inferior uma base telada (grade) por onde ocorre a passagem do vapor para arraste do óleo essencial. Na parte superior do extrator foi acoplada uma tampa sob pressão para evitar a perda de vapores. A condensação do vapor liberado pelo extrator realizou-se através da passagem por uma serpentina imersa em um tambor contendo água fria. A água e o óleo condensados são depositados nos coletores de decantação para a separação das fases. A caldeira, extrator, condensador, grade e coletores foram construídos em chapa de aço 1020 com espessura de 5 mm, e a serpentina, em cobre. No experimento utilizou-se 400 a 450 kg de biomassa de pimenta longa cultivada (folhas e ramos finos) com 15% a 18% de umidade. A biomassa foi adicionada ao extrator em camadas sob pressão de pisoteio. O óleo obtido em cada tratamento (1, 2, 3 e 4 horas de destilação) foi homogeneizado, quantificado e submetido a análises de safrol. As amostras do óleo essencial foram submetidas à análise do teor de safrol, por meio de cromatografia gasosa, no laboratório da Embrapa Acre, seguindo a metodologia de Silva (1995). O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. As repetições constituíram-se em quatro destilações distintas no período de avaliação, usando o mesmo destilador (repetições no tempo). As análises foram feitas no programa estatístico SAS v. 8.1, usando os procedimentos para obtenção de análise de variância e regressão linear (SAS Institute Inc., 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A concentração de safrol no óleo essencial variou significativamente em função do tempo de destilação. Verifica-se na Tabela 1 que a concentração de safrol mínima exigida pelo mercado (acima de 90%) só é atingida após três horas de destilação, tempo no qual também se observa a máxima concentração (92,70%). Quando o tempo de destilação atinge quatro horas, observa-se uma queda na concentração de safrol, ficando abaixo do teor mínimo exigido pelo mercado.

Em relação ao percentual de óleo, foi extraído em função do tempo de destilação, observa-se que cerca de 75% do óleo é extraído durante a primeira hora de destilação, entretanto, o teor de safrol foi insuficiente para a comercialização do produto, tornando-se necessário mais duas horas de destilação, quando esta condição é atingida e mais de 98% do óleo essencial é extraído.

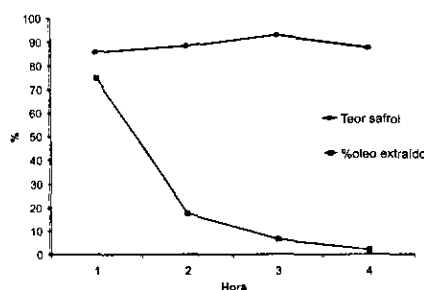
A redução na concentração de safrol, verificada após quatro hora de destilação, pode ser explicada pelo arraste dos componentes químicos mais pesados que este fenil-éter.

**Tabela 1. Médias de % de óleo extraído e de teor de safrol obtido de biomassa de Pimenta longa em função do tempo de destilação comercial. Vila Extrema-RO. 2000\*.**

Tempo de destilação (hora)	% de óleo extraído	Teor de safrol (%)
1	74,688	85,56 c
2	17,375	88,10 b
3	6,263	92,70 a
4	1,675	87,30 bc

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ( $p > 0,05$ ).

A Fig. 1 representa o efeito quadrático do tempo de destilação comercial sobre o percentual de óleo extraído e o teor de safrol. Na Tabela 2 estão apresentadas as equações de regressão ajustadas para as variáveis avaliadas durante o processo de destilação, com os respectivos coeficientes de determinação.



**Fig. 1. Teor de safrol e o percentual de óleo extraído em função do tempo de destilação comercial.**

**Tabela 2. Equações de regressão ajustadas para as variáveis porcentagem de óleo extraído e teor de safrol, em função do tempo de destilação comercial da biomassa de pimenta longa em Vila Extrema, RO. 2000.**

Variável dependente (y)	Regressão ajustada	R <sup>2</sup>	F	Pr > F
% de óleo extraído	$Y = 148,44 - 88,92x + 13,18x^2$	0,97	88,16	< 0,0001
Teor de safrol	$Y = 76,07 + 10,89x - 1,98x^2$	0,68	21,15	0,0005

X = tempo de destilação (horas).

## CONCLUSÕES

- O tempo de destilação comercial influencia na concentração de safrol no óleo essencial de pimenta longa, observando-se efeito quadrático a partir de três horas de destilação.
- O tempo de destilação comercial deve ser de três horas, quando o conteúdo de safrol atinge máxima concentração e mais de 98% do óleo essencial foi extraído da biomassa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SAS Institute Inc. Release 8.1 (TS1MO), **SAS System for Microsoft Windows**, Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2000.

SILVA, M.H.L. **Tecnologia de cultivo e produção racional de pimenta longa (*Piper hispidinervium* C.D.C. )**. Itajaí, RJ:URRJ, 1995. 72 p. Tese Mestrado.

## EFEITO DA REDESTILAÇÃO CONTROLADA DO ÓLEO ESSENCIAL DE PIMENTA LONGA NA CONCENTRAÇÃO DO SAFROL<sup>1</sup>

Flávio Araújo Pimentel<sup>2</sup>

Elias Melo de Miranda<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas as atenções do mundo desenvolvido estão voltadas para Amazônia, que se apresenta como detentora de um dos maiores estoques da biodiversidade do planeta. Os recursos naturais existentes nesta região tornam-se conhecidos gradativamente, à medida que a pesquisa científica se intensifica e os resultados são apresentados para a sociedade. O elevado potencial da flora odorífera da Amazônia, apresenta-se como a fonte renovável mais apropriada para a obtenção de essências aromáticas, tornando-se necessário, portanto, promover a domesticação das espécies identificadas como economicamente promissoras. Neste contexto, surge a pimenta longa como uma alternativa para a produção comercial de óleo essencial rico em safrol. Apesar das tecnologias nas áreas fitotécnicas e agroindustriais desenvolvidas pela Embrapa mostrarem-se economicamente viáveis, faz-se necessário o refinamento tecnológico em algumas das etapas do processo, dentre as quais ressalta-se o beneficiamento da biomassa da pimenta longa. No processo atual a biomassa antes de ser destilada passa por uma secagem de pelo menos seis dias, para que o óleo essencial obtido não apresente teores de safrol abaixo de 90%, valor mínimo exigido pelo mercado consumidor. Por outro lado, dentre as etapas da agroindustrialização da pimenta longa a secagem da biomassa é uma das que requer um número significativo de mão-de-obra e de investimento. Considerando entre outros fatores que a concentração do safrol está associada à perda da fração mais volátil dos componentes químicos, causada pelo arraste de vapor d' água ocorrido durante a secagem, a Embrapa Acre desenvolveu um processo de microrredistilação para elevar o teor deste fenil-éter no óleo essencial obtido da biomassa fresca de pimenta longa. Este trabalho teve como objetivo determinar a eficiência da redestilação do óleo essencial, elevando a concentração do safrol.

<sup>1</sup> Apoio Financeiro: Department For International Development – Dfid.

<sup>2</sup> Eng. agrôn., M.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, 69908-970, Rio Branco, AC. flavio@cpafac.embrapa.br, elias@cpafac.embrapa.br

## MATERIAL E MÉTODOS

As pesquisas com destilação do óleo essencial de pimenta longa foram desenvolvidas em dois ensaios experimentais, realizados no Laboratório da Embrapa Acre, ambos conduzidos sob delineamento experimental inteiramente casualizados com três repetições.

No primeiro ensaio estudou-se o efeito do tempo de destilação na concentração do safrol considerando-se como tratamentos 45, 55, 65, 75, 85 e 95 minutos, tendo como testemunha o teor de safrol obtido da destilação da biomassa fresca, considerado nas análises como tempo zero. No segundo ensaio foi estudado o efeito da destilação em função da relação (v/v) óleo/água (60/100, 60/90, 60/80, 60/70, 60/60 60/50 ml) na concentração do safrol. No Ensaio I a relação óleo/água permaneceu constante em 60/100 (62,5% de água no óleo). A adição de água no processo de redestilação se faz necessário para evitar a queima e facilitar o arraste (separação) da fração mais volátil do óleo essencial. As destilações foram realizadas em extratores Cleyvenger acoplado em balão de fundo redondo com boca esmerilhada com capacidade para 1000 ml. O óleo essencial condensado e mantido no balão foi analisado por meio de cromatografia de gás para quantificação do teor de safrol. O processo de destilação foi rigorosamente controlado para que o óleo mantido no balão pudesse aumentar ao máximo a concentração de safrol. As análises deste fenil-éter foram realizadas conforme metodologia descrita por Silva (1995).

As análises foram feitas no programa estatístico SAS v. 8.1 usando os procedimentos para obtenção de análise de variância, regressão linear (SAS Institute Inc., 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro ensaio, sobre o efeito do tempo de destilação na concentração do safrol, mostrou que a mesma cresce com o aumento do tempo de destilação. Verificou-se que a partir de 65 minutos a concentração de safrol atinge o teor mínimo exigido pelo mercado, ou seja, teor acima de 90% (Tabela 1). Entretanto, a média atingida com este tempo de destilação (90,43%) é estatisticamente inferior às médias atingidas com 75, 85 e 95 minutos (91%, 51%, 92% e 92,85%, respectivamente), sendo que as médias obtidas aos 85 e 95 minutos não diferiram estatisticamente entre si. Desta forma, para atingir a concentração comercial de safrol (mínimo de 90%) no óleo essencial de pimenta longa, bastaria uma redestilação por 65 minutos, nas condições em que foi executado o presente ensaio (adição de 62,5% de água no óleo). Entretanto, para maximizar a concentração de safrol seria necessário um tempo de destilação de 85 a 95 minutos, quando a concentração pode atingir cerca de 93% de safrol. Faz-se necessário estudos econômicos para avaliar se o aumento no tempo de

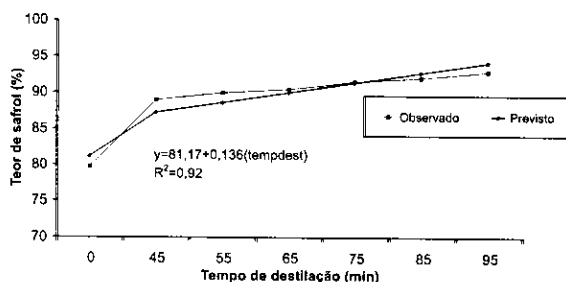
destilação, de 65 para 85 e 95 minutos, compensa do ponto de vista financeiro, uma vez que tecnicamente mostrou-se viável.

**Tabela 1. Comparação das médias de teor de safrol no óleo essencial obtido da biomassa de pimenta longa em função do tempo de destilação. Vila Extrema, RO. 2000.**

Tempo de destilação (min)	Teor de safrol (%)
95	92,85 a
85	92,00 ab
75	91,51 bc
65	90,43 cd
55	89,93 de
45	88,97 e
00	79,68 f
(Testemunha)*	

\*Teor de safrol obtido da destilação da biomassa fresca. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p > 0,05$ ).

A Figura 1 mostra graficamente a relação entre o teor de safrol e o tempo de destilação, partindo de uma média de 79,68% (testemunha – tempo zero – obtida da destilação da biomassa fresca) para 92,85%, após 95 minutos de redestilação do óleo. Isso mostra que a redestilação do óleo essencial obtido da biomassa fresca pode ser uma alternativa viável para substituir o processo de secagem da biomassa de pimenta longa. Na mesma Figura, observa-se ainda o modelo de regressão ajustado para quantificar a relação linear entre o teor de safrol e o tempo de destilação.



**Fig. 1. Teor de safrol do óleo essencial de pimenta longa em função do tempo de redestilação.**



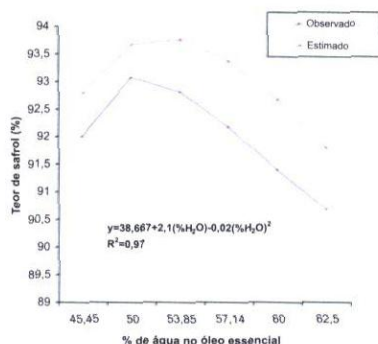
No segundo ensaio, onde se manteve constante o tempo de destilação em 95 minutos, variando a proporção óleo/água, os melhores resultados foram obtidos quando se utilizou um menor percentual de água misturada ao óleo para a redistilação. A maior concentração de safrol obteve-se com 50% de água na mistura, com uma média de 93,08%. Entretanto, esta média não difere estatisticamente das médias obtidas quando se usou entre 45%, 45% e 57,14% de água, obtendo-se médias em torno de 92% de teor de safrol no óleo essencial (Tabela 2).

**Tabela 2. Comparação das médias de teor de safrol no óleo essencial obtido da biomassa fresca de pimenta longa em função do percentual de água adicionado para redistilação. Vila Extrema, RO. 2000.**

Tratamento - relação óleo/água (ml/ml)	% de água	Teor de safrol (%)
60/60	50,00	93,08 a
60/70	53,85	92,82 a
60/80	57,14	92,18 ab
60/50	45,45	92,01 ab
60/90	60,00	91,40 bc
60/100	62,50	90,69 c

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ( $p > 0,05$ ).

Na Figura 2 é apresentado o efeito quadrático da adição de água ao óleo essencial para o processo de redistilação, com o modelo de regressão ajustado por meio do termo quadrático. Observa-se que a concentração de safrol cresce até o percentual de 50% de água, decrescendo ao adicionar-se percentuais os mais elevados, mostrando que a maximização do conteúdo de safrol no óleo tende a ocorrer com a adição de 50% de água no processo de redistilação, muito embora não ocorram diferenças significativas entre as médias com a adição de até 57,14% de água (Tabela 2).



**Fig. 2. Teor de safrol em função da % de água no óleo no processo de redestilação.**

A destilação da biomassa fresca da pimenta longa e posterior redestilação do óleo essencial obtido, pode vir a substituir a etapa de secagem da biomassa, caso os custos deste processo em escala comercial apresente viabilidade econômica, quando comparado à secagem.

O processo de secagem, devido à infra-estrutura necessária e os custos da mão-de-obra envolvida nesta etapa, onera os custos de produção do óleo essencial, sendo vantajoso, portanto, a busca de alternativas para sua eliminação.

## CONCLUSÕES

- O processo de redestilação do óleo essencial de pimenta longa, obtido por destilação da biomassa fresca, mostrou-se tecnicamente viável para aumentar a concentração de safrol no óleo essencial.
- O tempo de redestilação do óleo essencial de pimenta longa obtido por destilação da biomassa fresca deve ser de, no mínimo, 65 minutos, sendo que os melhores resultados foram obtidos com os tempos de 85 e 95 minutos.
- Para maximizar o teor de safrol, durante o processo de redestilação do óleo essencial de pimenta longa obtido por destilação da biomassa fresca, deve-se adicionar a mesma quantidade de água ao óleo a ser redestilado (50% da mistura).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

SAS Institute Inc. Release 8.1 (TS1MO), **SAS System for Microsoft Windows**, Cary, NC, USA: SAS Institute Inc., 2000.

SILVA, M.H.L. **Tecnologia de cultivo e produção racional de pimenta longa (*Piper hispidinervium* C.D.C.)**. Itajaí, RJ:URRJ, 1995. 72p. Tese Mestrado.

## AValiação QuÍmica Dos Óleos Essenciais De ExemplaRes De Pimenta Longa (*Piper hispidinervum* DC) Do Estado Do Acre

Daíse Lopes<sup>1</sup>  
Humberto Ribeiro Bizzo<sup>1</sup>  
David Regis de Oliveira<sup>1</sup>  
Mário Ferreira Lima<sup>1</sup>  
Flávio Araújo Pimentel<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

A descoberta de que as folhas de pimenta longa (*Piper hispidinervum*), nativa no Estado do Acre, contém óleo essencial com alto teor de safrol tornou esta planta altamente promissora como substituto do óleo de sassafrás brasileiro (Gottlieb et al., 1981). Análise preliminar de algumas amostras de óleos essenciais de folhas de pimenta longa indicaram desde ausência até teores de 97% de safrol, mostrando a necessidade de maior conhecimento sobre a espécie com base na composição química do seu óleo essencial.

O presente trabalho teve como objetivo determinar a composição química dos óleos essenciais extraídos das folhas de espécies de *Piper* coletadas no habitat natural e introduzidas no Banco de Germoplasma, para auxílio à classificação botânica.

### MATERIAL E MÉTODOS

Os óleos essenciais foram analisados por cromatografia gasosa de alta resolução em cromatógrafo Perkin Elmer Autosystem XL equipado com detetor de ionização de chama, empregando normalização da área de cada sinal por integração digital. As condições experimentais foram: coluna de sílica fundida DB-5 (5% difenil e 95% dimetilpolisiloxano) 20 m x 0,18 mm d.i. x 0,4 mm d.f.; fluxo do gás de arraste 1 mL/min, hidrogênio; com gradiente de temperatura de 80-200°C (3°C/min), 200°C (1min) -260°C (10°C/min); temperatura do injetor: 280°C; temperatura do detetor: 300°C; as amostras preparadas a 1% em diclorometano foram injetadas (1 µL) com divisão de fluxo de 1:100.

A identificação dos componentes foi realizada por cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas, em equipamento HP 5995C incluindo um software com espectroteca de massas do National Institute of Standards and Technology (NIST), o que permitiu a comparação dos espectros de massas obtidos com os da literatura. Outros critérios utilizados na identificação das

<sup>1</sup> Embrapa Agroindústria de Alimentos, Av. das Américas, 29501. Guaratiba, 23020-470 Rio de Janeiro, RJ.

<sup>2</sup> Eng. agrôn., M.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, 69.908-970, Rio Branco, AC.

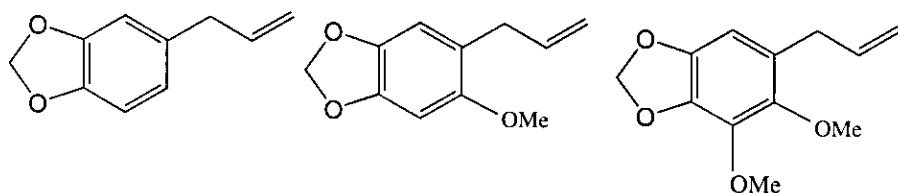
substâncias incluíram cálculo de Índices de Retenção relativos aos n-alcanos  $C_7$ - $C_{26}$ , co-injeção de padrões e interpretação dos espectros de massas. Os parâmetros de operação do espectrômetro de massas foram: temperatura da fonte de íons 180°C; voltagem de ionização 70eV; faixa de varredura 40-350 $\mu$ .

O óleo de *Piper affinis hispidinervum* foi fracionado em coluna de gel de sílica (70-230 mesh), eluída com hexano e mistura hexano-diclorometano. Foram recolhidas 80 frações de 5 ml e analisadas por cromatografia gasosa. Os cromatogramas das frações 15 a 60 apresentaram apenas um sinal, com o mesmo tempo de retenção da substância desconhecida. Após remoção do solvente, obteve-se um óleo incolor que foi analisado por Ressonância Magnética Nuclear de  $^1H$  e  $^{13}C$ , em equipamento Brücker 300 AC-P.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizadas análises cromatográficas de 574 amostras de óleos essenciais obtidas de exemplares de pimenta longa nativos e introduzidos no Banco de Germoplasma do CPAF-AC. Observando o perfil cromatográfico dos óleos essenciais estudados foi possível separá-los em quatro grupos. Pode-se concluir, com base na identificação botânica das espécies, que esses quatro tipos de óleos essenciais foram obtidos de *Piper hispidinervum*, *Piper affinis hispidinervum*, *Piper aduncum* e *Piper hispidum*. No óleo essencial de *P. hispidinervum* observou-se a presença de safrol (96,9-72,1%); em *Piper aduncum*, o componente identificado como dilapiol, tempo de retenção de 23 min, foi encontrado com teores que variam de 79,4% a 72,5%; em *Piper hispidum* não foi verificada a presença de um componente majoritário e; em *Piper affinis hispidinervum* foi identificado o sarisan, tempo de retenção 18 min, com teores de 90,4% a 52,1%.

Os exemplares com teores altos de sarisan haviam sido classificados no Jardim Botânico do Rio de Janeiro como *Piper hispidinervum* de acordo com o trabalho de Yuncker sobre as piperáceas brasileiras. Com base na diferença de composição química observada, a classificação botânica está sendo revista. Uma exsicata do material encontra-se depositada no Herbário do Jardim Botânico do Rio de Janeiro com o número de registro RB 346739. A estrutura do sarisan foi elucidada por ressonância magnética nuclear de  $^1H$  e  $^{13}C$ , após purificação.



SAFROL

SARISAN

DILAPIOL

**Fig. 1. Principais componentes identificados nos óleos essenciais de pimenta longa.**

**Tabela 1. Dados de coleta e rendimento em óleo de quatro materiais selecionados.**

Código	Registro em herbário	Rendimento (%)	Teor de safrol (%)	Classificação botânica
OPA-023	8.797	3,0	88,4	<i>P. hispidinervum</i>
OPA-040	8.817	3,2	0,15	<i>P. aduncum</i>
OPA-049	11.075	1,2	-	<i>P. hispidum</i>
OPA-071	RB 346.739	3,6	18,4	<i>P. affinis hispidinervum</i>

**Tabela 2. Composição química dos óleos essenciais de exemplares de pimenta longa do Banco de Germoplasma do CPAF-AC.**

Componentes	IR	Área (%)			
		<i>P. hispidinervum</i>	<i>P. aduncum</i>	<i>P. hispidum</i>	<i>P. affinis hispidinervum</i>
trícicleno	924	-	t	-	-
$\alpha$ -pineno	938	0,22	1,02	4,44	0,06
canfeno	952	t	0,08	1,27	-
$\beta$ -pineno	981	t	0,57	16,75	0,11
mircenol	991	t	0,32	4,81	t
$\alpha$ -felandreno	1005	t	0,40	-	-
$\delta$ -3-careno	1013	0,13	-	-	-
p-cimeno	1027	0,53	1,27	0,14	-
$\beta$ -felandreno	1032	-	1,38	-	-
limoneno	1032	0,23	-	0,82	0,19
(Z)- $\beta$ -ocimeno	1038	0,11	-	-	-
(E)- $\beta$ -ocimeno	1046	0,42	0,14	-	0,41
$\gamma$ -terpineno	1062	t	1,56	t	-
terpinoleno	1088	0,25	t	-	-
óxido de $\alpha$ -pineno	1095	-	-	0,11	-
linalol	1101	0,22	0,28	-	-
terpineno-4-ol	1173	-	2,14	0,25	-
$\alpha$ -terpineol	1187	-	-	t	-
p-cimeno-8-ol	1187	1,17	-	-	-
piperitona	1249	-	5,50	-	-
<b>safrol</b>	<b>1283</b>	<b>88,41</b>	<b>0,15</b>	-	<b>18,43</b>
acetato de bornila	1285	-	-	0,15	-

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Componentes	IR	Área (%)			
		<i>P. hispidinervum</i>	<i>P. aduncum</i>	<i>P. hispidum</i>	<i>P. affinis hispidinervum</i>
$\alpha$ -cubebeno	1350	-	t	0,46	-
eugenol	1356	0,20	-	-	0,33
$\alpha$ -ilangeno	1368	-	t	0,14	-
$\alpha$ -copaeno	1377	-	0,14	0,56	-
$\beta$ -bourboneno	1384	-	-	0,20	-
$\beta$ -cubebeno	1390	t	-	0,34	-
metil eugenol	1401	0,25	-	-	0,43
$\alpha$ -gurjuneno	1409	-	-	0,14	-
$\beta$ -cariofileno	1411	0,26	0,56	7,66	0,38
$\beta$ -gurjuneno	1432	-	-	0,67	-
aromadendreno	1439	-	-	2,49	-
$\alpha$ -humuleno	1457	0,11	0,31	0,93	0,31
alloaromadendreno	1464	0,09	-	-	-
$\gamma$ -muuroleno	1477	-	-	3,01	-
germacreno D	1484	0,09	0,16	0,49	-
$\beta$ -selineno	1486	-	-	1,03	-
sarisan	1489	-	0,65	-	74,28
valenceno	1491	-	-	2,23	-
biciclogermacreno	1496	0,13	0,12	-	1,05
$\alpha$ -muuroleno	1499	-	-	0,57	-
pentadecano	1500	0,25	0,20	-	0,52
$\gamma$ -cadineno	1513	-	-	1,90	-
<i>cis</i> -calameneno	1517	-	-	2,46	-
miristicina	1522	0,98	1,54	-	-
elemicina	1554	0,26	-	-	0,76
germacreno D 4-ol	1572	2,50	-	-	-
espatulenol	1576	-	1,93	11,68	0,91
óxido de cariofileno	1581	0,34	1,41	4,58	0,73
<b>dilapiol</b>	<b>1619</b>	-	<b>72,49</b>	-	-
T-muurolol	1641	-	-	7,42	-
apiol	1683	-	0,47	-	-
<b>Total</b>		<b>97,15</b>	<b>94,79</b>	<b>77,70</b>	<b>98,90</b>

## CONCLUSÕES

A determinação da composição química dos óleos essenciais de exemplares nativos e mantidos no Banco de Germoplasma de Pimenta Longa da Embrapa-Acre auxiliou a classificação botânica das espécies e a seleção de exemplares com teores mais elevados de safrol para cultivo.

Os exemplares com teores altos de sarisan haviam sido classificados no Jardim Botânico do Rio de Janeiro como *Piper hispidinervum* de acordo com o trabalho de Yuncker sobre as piperáceas brasileiras. Com base na diferença de composição química observada, a classificação botânica está sendo revista.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIZZO, H.R.; LOPES, D.; ABDALA, R.V.; PIMENTEL, F.A.; SOUZA, J.A.; PEREIRA, M.V.G.; BERGTER, L.; GUIMARÃES, E.F. Sarisan from leaves of *Piper affinis hispidinervum* C. DC. (long pepper). Flavour and Fragrance Journal. 16: 113-115. 2001.

BIZZO, H.R.; LOPES, D.; PIMENTEL, F.A.; OLIVEIRA, M.N.; PEREIRA, M.V.G.; BERGTER, L. A new source of sarisan from leaves of "pimenta-longa". In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ESSENTIAL OILS, 30, 1999; Leipzig. Resumos. Leipzig, Alemanha: Universidade de Leipzig, 1999. B-27.

GOTTLIEB, O.R.; KOKETSU, M.; MAGALHÃES, M.T.; MAIA, J.G.S.; MENDES, P.M.; ROCHA, A.I.; SILVA, M.L.; WILBERG, W.C. Óleos essenciais da Amazônia VII. Acta Amazonica . 11: 143-148. 1981.

LOPES, D.; BIZZO, H.R.; PIMENTEL, F.A.; OLIVEIRA, M.N.; PEREIRA, M.V.G. Chemical evaluation of "pimenta-longa" essential oils from state of Acre. In: IUPAC INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIODIVERSITY, 2, 1999, Belo Horizonte. Resumos. Belo Horizonte: UFMG, 1999. p.137.



## **TEMA V**

### **Pesquisa Participativa - Transferência de Tecnologias**

## **OBSTÁCULOS À PESQUISA PARTICIPATIVA: O CASO DO PROJETO PIMENTA LONGA NO PARÁ**

Carlos Douglas de Sousa Oliveira<sup>1</sup>

### **INTRODUÇÃO**

A utilização da pesquisa participativa, por instituições que produzem Ciência e Tecnologia-C&T agropecuária, é recente. Estas instituições, sobretudo na Amazônia, funcionam a rigor, alheias a realidade de seus principais beneficiários e/ou usuários. Grande parte da produção científica e tecnológica produzida por elas tem baixo retorno social. Na Amazônia, este quadro começa a sofrer transformações, impulsionadas pelo financiamento internacional de instituições preocupadas com o meio ambiente e o desenvolvimento de populações carentes e, talvez, também, por utilizarem a abordagem participativa, como ferramenta em processos de Pesquisa e Desenvolvimento. Esta abordagem, apresenta-se como uma alternativa para produção de convergência entre C&T agropecuária e as necessidades reais dos seus beneficiários e/ou usuários, sobretudo, os agricultores familiares.

O presente trabalho foi realizado junto aos produtores rurais da Associação Comunitária Rural de São Jorge Jabuti (Acorda Jabuti), no Município de Igarapé-Açu, estado do Pará. Entre estes produtores, encontram-se sete Agentes Comunitários de Desenvolvimento, que atuam como intermediários na relação agricultor/pesquisador. Acredita-se que o público desta pesquisa, esteja sujeito a enfrentar diversos tipos de obstáculos gerados pela relação entre si ou pela relação que mantêm com as instituições que representam. Sabe-se que, cada agente social aqui estudado, apresenta intenções distintas em relação ao projeto em questão, e que estas intenções, muitas vezes, são suplantadas, a partir do tipo de relações que se estabelecem no desenvolvimento das ações concretas. Ou seja, existem coisas que poderiam ser feitas ou que determinados agentes gostariam de fazer para melhorar o projeto, mas que são impedidas de serem realizadas para não comprometerem suas relações pessoais ou com as instituições que representam. A relevância do estudo de tais relações encontra-se, justamente, na identificação dos obstáculos gerados por elas. Neste caso, os obstáculos referem-se a adoção da pesquisa participativa pelos diversos agentes que participam do Projeto Pimenta Longa.

<sup>1</sup> Eng. Agrôn., M.Sc. em Agriculturas Familiares e Desenvolvimento Sustentável  
E-mail: douglas@cpatu.embrapa.br ou douglas@ufpa.br

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se métodos qualitativos de observação e análise para a compreensão mais aprofundada de fenômenos não perceptíveis a uma análise quantitativa sem, contudo, desprezar este último. Trabalhou-se com técnicas como: observações diretas e entrevistas semi-estruturadas, sem se constituir de perguntas fechadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Obstáculos identificados no desenvolvimento do projeto

Os técnicos e pesquisadores da Embrapa Amazônia Oriental, envolvidos diretamente com a implementação do projeto, apresentam um elevado nível de formação acadêmica no âmbito das instituições de C&T agropecuária, estando a maioria voltada para as ciências naturais ou agrárias. Apenas um dos técnicos, membro do projeto, possui formação acadêmica direcionada para as ciências sociais. Nenhum deles, contudo, havia trabalhado antes, com projetos de desenvolvimento comunitário, utilizando o enfoque participativo. Talvez, por isso, admitam, sem constrangimentos, que possuem limitações, no que concerne a prática do método mencionado.

Tais limitações foram identificadas neste trabalho, a partir da visão da maioria dos técnicos sobre a metodologia participativa. As percepções não correspondem ao conceito, que enfoca a interação entre os saberes técnico e tradicional. Apenas dois técnicos corroboraram com esta idéia. É pouco, dado a sua ampla aceitação. Reforçado, por exemplo, por Franke *et alii* ao afirmar: “O aproveitamento dos conhecimentos tradicionais da população rural, permite o intercâmbio de informações entre o pesquisador e o produtor rural, num processo interativo em que ambos são beneficiados...” (1998: p. 139).

O maior obstáculo a adoção do método participativo pelos técnicos da Embrapa, tem influência direta da instituição que eles representam. Os técnicos citam a deficiência da Embrapa Amazônia Oriental em fornecer apoio operacional como o principal obstáculo e justificam dizendo: “Para que se pratique o método participativo junto a uma comunidade rural, é necessário que estejamos sempre em contato com os agricultores e, nesse sentido, a Embrapa não dá muito apoio. Se nós dependêssemos só dela, provavelmente, o projeto não teria avançado tanto...” Observa-se claramente a interferência institucional na relação técnico/agricultor, dificultando sua reconstrução com base nos princípios participativos.

Outro obstáculo freqüente identificado nesta pesquisa e, também levantado por Carvalho (1989) ao estudar os obstáculos à adoção do método participativo pelos extensionistas, é o, “envolvimento dos técnicos com outras atividades”,

impossibilitando-os de atuarem de forma mais participativa. Com menor frequência, porém não menos importante, aparecem como obstáculos: falta de interesse dos produtores por outras culturas diferentes da mandioca e resistência dos mesmos em relação ao método participativo.

Este é um problema claro de invasão dos técnicos a cultura do camponês que, ao introduzirem uma espécie diferente daquela que está enraizada à forma tradicional de produção agrícola, o fazem com arrogância, muitas vezes até inconsciente, achando que estão apresentando a solução, através do saber técnico e de sua visão de mundo para todos os problemas dos camponeses, sem se darem conta de que dessa forma estão subestimando a cultura campesina, que Freire (1992) julga como subestimação do poder de refletir dos camponeses, da capacidade de assumir o papel verdadeiro de quem busca conhecimento.

O que se percebe, é que a participação efetiva destes produtores pode estar sendo prejudicada, talvez, porque o projeto não contou com a participação deles, desde a sua elaboração, sendo esta, etapa efetuada pelos técnicos, sem acatarem sugestões, a partir de conhecimentos práticos e necessidades do principal beneficiário do projeto – o produtor. O que, segundo Herrejón (1997), é totalmente contrário ao enfoque do desenvolvimento participativo. Kaimowitz & Vartanian (1990) acrescentam que não é recomendável separar por completo os agricultores de quem gera tecnologia e de quem a transfere. Essa questão torna-se mais evidente quando se destacam algumas insatisfações dos agricultores aqui estudados, como por exemplo: “O projeto só não está melhor, porque os técnicos mandaram a gente plantar fora da época do plantio aqui na comunidade”. Fuente Llanillo *et alii* (1986) argumentam que a participação, na prática, é geralmente dificultada pela dificuldade dos técnicos em compreender o contexto cultural no qual estão inseridos os agricultores. Talvez este seja um obstáculo não só dos técnicos, mas também dos agricultores no que tange a adoção da pesquisa participativa.

### **Influência dos obstáculos sobre a ação dos agricultores**

Para a categoria agente comunitário, a percepção dos obstáculos apresentam-se de maneira heterogênea: cada um dos quatro agentes que disseram existir obstáculos, apresentou respostas diferentes. Surgiram mais de quatro obstáculos porque dois dos quatro agentes manifestaram mais de um. Neste caso, foram citados os seguintes:

- Acúmulo de funções no projeto, tais como: gerenciamento da usina e do trator.
- Falta de mais conhecimento técnico por está recente no projeto (2 meses).
- Ainda precisa adquirir mais conhecimentos técnicos sobre agricultura.
- Falta mais organização dos executores do projeto.

- Insatisfação de alguns produtores com o trabalho dos agentes comunitários.
- Timidez, dificuldade de se expressar.

Nota-se que a heterogeneidade de obstáculos na atuação dos agentes comunitários aponta para insignificância estatística dos mesmos; para ser considerado significativo, um tipo de obstáculo deve ser compartilhado por mais de um dos entrevistados.

Em relação aos obstáculos referentes ao bom desenvolvimento do projeto pimenta longa, metade dos agricultores apresentaram algum tipo de obstáculo. Contudo, apenas dois merecem enfoque por terem sido compartilhados por mais de um dos entrevistados, ou seja, ambos foram apresentados por dois agricultores, são eles: “Ter outras atividades, além do cultivo de pimenta longa”, fato que pode ser observado para todas as categorias e que, sem dúvidas, interfere negativamente sobre as ações participativas, e outro obstáculo, é a “Falta de confiança no projeto como alternativa economicamente viável”, traduzida pela insatisfação com o projeto, manifestado por alguns agricultores, que ainda não notaram nenhuma evolução econômica na vida dos agricultores. Esta questão destacou-se como a principal mudança coletiva esperada pelos agricultores e percebida também, pela grande maioria dos técnicos e Agentes Comunitários de desenvolvimento. Ao serem questionados sobre: o que eles entendiam como principais interesses dos agricultores com o projeto? 50% das respostas foram relativas ao aumento da renda familiar dos agricultores, enquanto que 16,66% referiam-se a poder contar com uma alternativa de produção, o que não deixa de está relacionado também com a questão econômica.

## CONCLUSÕES

Em relação aos obstáculos identificados no desenvolvimento do projeto, pelos técnicos e pesquisadores da Embrapa, o mais importante veio da instituição que eles representam, isto é, pela forma deficiente da mesma em fornecer apoio operacional para seus técnicos atuarem em projetos de desenvolvimento rural comunitário. Este é um problema sério que pode interferir negativamente na atuação do técnico junto aos comunitários, dificultando essa relação. Neste caso, porém, a interferência não foi grave, pelo que se pôde constatar, porque não faltou apoio operacional vindo da instituição parceira que financia o projeto. Logo em seguida, aparece outro obstáculo freqüente: o envolvimento dos técnicos com outras atividades que não estão relacionadas com os agricultores.

No geral, pode-se dizer que os obstáculos não influenciaram significativamente sobre a ação dos agricultores no projeto. Embora, pouco mais que a metade desse grupo tenham apresentado algum tipo de obstáculo,

nenhum destes, entretanto, configura-se como problema grave. Cabe salientar, todavia, que a falta de credibilidade ao projeto, citada por alguns produtores de pimenta longa, pode, futuramente, constituir-se como problema grave se o projeto, a curto prazo, não oferecer nenhum resultado econômico satisfatório para os mesmos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, Júlio. **Obstáculos à adoção do planejamento participativo da ação extensionista local, no estado do Pará (Brasil)**. Santa Maria: UFSM, 1989. Dissertação de Mestrado. 263 p.

FRANKE, I., LUNS, A., AMARAL, E. "Metodologia para planejamento, Implantação e Monitoramento de Sistemas Agroflorestais: Um Processo Participativo." In: CONGRESSO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2., 1998, Belém, PA. **Sistemas agroflorestais no contexto da qualidade ambiental e competitividade**: resumos expandidos. Belém: Embrapa-CPATU, 1998: p.137-139.

FREIRE, Paulo. **Extensão ou comunicação**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1992: p. 39-62. Traduzido por Rosisca Darcy de Oliveira.

FUENTE LLANILLO, R. *et alii*. Região de Irati: o processo de massificação do trabalho de Rio Azul. In: Aldemir M. *et alii*. **Pesquisa em sistemas de produção de pequenos agricultores**: ensaios metodológicos do Paraná. Ilhéus, 1986: p.99-103. Mimeo. Trabalho apresentado no seminário A Pesquisa Agrícola e o Pequeno Agricultor nas Regiões de Agricultura de Exportação, Ilhéus, BA, 1986.

HERREJÓN, Gladys. "Nuevos enfoques en la investigación social y el desarrollo rural". In: **Investigación para el desarrollo rural**. México: Universidad Autónoma del Estado de México, 1997: p. 64-67.

KAIMOWITZ, D., VARTANIÁN, D. "Principios generales para las estrategias de transferencia de tecnología del futuro." In: KAIMOWITZ, D.; VARTANIÁN, D. **Nuevas estrategias en la transferencia de tecnología agropecuaria para el istmo centroamericano**. San José, Costa Rica: IICA, 1990. Cap.4, p. 19-23 (IICA).

# PESQUISA PARTICIPATIVA E DIFUSÃO DE TECNOLOGIAS PARA A PIMENTA LONGA EM VILA EXTREMA - RO E NO ESTADO DO ACRE<sup>1</sup>

Maria de Nazaré Costa de Macedo<sup>2</sup>, Marcos Rocha da Silva<sup>3</sup>

Daniela Carioca de Araújo<sup>4</sup>, Gilberto Costa do Nascimento<sup>5</sup>

Denise Regina Garrafiel<sup>6</sup>

## INTRODUÇÃO

A pimenta longa (*Piper hispidinervum*) surgiu no Estado do Acre como alternativa promissora para as famílias rurais, no que se refere à melhoria de renda, qualidade de vida e conservação do ambiente, através da diminuição da pressão sobre as áreas de floresta.

As atividades de suporte ao projeto de pesquisa participativa “*Desenvolvimento de tecnologias para produção de safrol a partir de pimenta longa*”, sugeriram mediante a sua complexidade, por ser considerada uma atividade agroindustrial desconhecida e voltada exclusivamente ao mercado e da necessidade de se agilizar o processo de transferência de tecnologia, face às oportunidades de comercialização.

Inicialmente as ações foram implementadas junto às famílias diretamente envolvidas no projeto e outros associados da Associação de Produtores Rurais Vencedora (ASPRUVE), visando contribuir para o fortalecimento organizacional, no que se refere aos aspectos técnicos, organizativos, gerenciais e para o entendimento da pesquisa participativa, como instrumento que possibilita de fato o exercício da participação na construção do conhecimento.

Segundo Wildner et al. (1994), evidências têm mostrado que a tecnologia inapropriada é mais comum que a transferência inadequada como causa da baixa adoção pelos pequenos agricultores. Esta inadequação é o resultado de um método reducionista utilizado pela pesquisa tradicional o que provoca a falta de integração entre pesquisa-extensão-agricultor.

O pequeno produtor rural, marginalizado da economia de mercado, precisa ser melhor preparado sobre tecnologia de produção, organização da produção e na atividade gerencial de transformar o produto em renda. As formas associativas e a agregação de valor à produção através de agroindústrias, são fórmulas que podem ser estimuladas para aumentar a renda das unidades de produção familiar (Schmitt, 1995).

<sup>1</sup> Trabalho desenvolvido com recursos financeiros da Embrapa e do Department for International Development-DFID/Reino Unido e apoio da Associação de Produtores Rurais Vencedora-ASPRUVE.

<sup>2</sup> Eng. Agrôn. M.Sc., PESACRE, Caixa Postal 277, 69914-390, Rio Branco-AC, Email: nazare@pesacre.org.br

<sup>3</sup> Eng. Agrôn. B.Sc., PESACRE.

<sup>4</sup> Antropóloga. B.Sc., PESACRE.

<sup>5</sup> Eng. Agrôn. B.Sc., Embrapa Acre.

<sup>6</sup> Socióloga. B.Sc., PESACRE.

Neste sentido, as atividades de suporte ao projeto, teve como propósito acompanhar as ações de pesquisa participativa na ASPRUE, validar as tecnologias geradas, capacitar os produtores e dirigentes da associação em aspectos técnicos, organizativos e gerenciais, visando o fortalecimento da organização como instrumento para facilitar a adoção de tecnologias e numa etapa posterior a validação em Vila Extrema-RO, implementar as ações de transferência no Estado do Acre, utilizando-se métodos tradicionais de difusão: palestras, seminários, cursos, dias de campo e excursão para diferentes públicos, principalmente extensionistas, produtores e dirigentes de associações.

## MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia utilizada na primeira etapa, que compreendeu as atividades de pesquisa participativa desenvolvidas pelos parceiros do projeto como o Grupo de Pesquisa e Extensão em Sistemas Agroflorestais-PESACRE, Embrapa Acre e a ASPRUE, até a fase de validação, foi a metodologia de abordagem participativa (Pesa), que se deriva da FSRE, Hildebrand & Ruano (1979) citados por Garrafiel e et al. (2000), que foi adaptada pelo Grupo PESACRE. Este método considera de forma explícita a necessidade de aproximar pesquisadores e extensionistas, e envolver agricultores no processo de desenvolvimento de tecnologias agroflorestais apropriadas.

É necessário salientar que a metodologia Pesa é uma forma de abordagem, e não um substituto para a pesquisa e extensão agrícola convencional. Através da união de ferramentas conceituais e metodológicas propõe tornar mais eficientes sistemas de pesquisa e extensão já existentes, mas não substituí-los. A metodologia Pesa visa melhorar a eficácia e efetividade, devido ao fato de pesquisadores e extensionistas não trabalharem isolados, com operações exclusivamente pecuárias ou agrícolas. Em vez deste tratamento isolado, o esforço é desenvolvido por equipes interdisciplinares onde a unidade de produção é vista como um sistema integral com ligações entre os respectivos subsistemas. Esta metodologia é composta das seguintes fases:

**1- Fase do diagnóstico** - Durante esta fase, os sistemas agrícolas-florestais são examinados no contexto do ambiente global de forma participativa. As famílias rurais e os pesquisadores determinam limitações as quais os agricultores devem superar, e estabelecem a flexibilidade potencial, dentro do sistema da propriedade, em termos de ocupação do tempo, disponibilidade de recursos, etc.

**2- Fase de planejamento** - Durante esta fase é identificado um conjunto de estratégias alternativas de intervenção, que poderão fazer face às limitações delineadas no diagnóstico.

**3- Implementação e avaliação** - Durante esta fase algumas recomendações potenciais, derivadas da fase de planejamento, são examinadas



sob as reais condições existentes nas propriedades agrícolas. Isto é feito de modo a avaliar até que ponto serão as novas práticas adequadas e aceitas no sistema agroflorestal existente.

**4- Fase de recomendação e disseminação (extensão)** - No decorrer desta fase, as tecnologias ou práticas testadas com êxito, são colocadas à disposição de outros agricultores em circunstâncias semelhantes. Na prática, não existem demarcações evidentes entre as várias fases. O processo de pesquisa é reconhecido como sendo dinâmico com ligações em ambas as direções.

As primeiras ações realizadas foram um sondeio na comunidade escolhida e a seleção dos produtores que seriam diretamente envolvidos nas atividades de pesquisa participativa. Estas ações foram realizadas pelo Grupo Pesacre e Embrapa Acre, tendo a participação dos associados da ASPRUE.

A fase de campo foi conduzida durante os três anos do projeto, com visitas individuais semanais a cada família, por meio de uma equipe técnica do Grupo PESACRE e Embrapa.

Os principais instrumentos utilizados para o registro de informações, monitoramento e avaliação foram: entrevistas informais, mapas históricos e estruturais, cartazes dos recursos das propriedades elaborados com a participação das famílias do projeto, matrizes econômicas, diagrama de Venn, visitas de rotina e de intercâmbio entre as famílias aos experimentos com pimenta longa.

Na fase de recomendação e disseminação foram utilizadas as metodologias tradicionais da extensão: cursos, palestras, seminários, dias de campo e excursão.

Para avaliar os impactos positivos e negativos decorrente do projeto durante o período de três anos, foi realizado um diagnóstico rápido participativo - sondeio, no término do projeto, instrumento utilizado na metodologia Pesa.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise dos resultados das ações de suporte a pesquisa participativa realizadas na ASPRUE, como cursos de capacitação técnica em diversas áreas: sistema de produção e processamento de pimenta longa; administração; contabilidade; organização comunitária; resolução de conflitos; e o apoio às atividades de campo e aos dirigentes da ASPRUE, verifica-se que essas ações, puderam contribuir para o fortalecimento organizacional e a sustentabilidade do projeto. Algumas famílias relataram na avaliação que. *“Com as informações recebidas através dos treinamentos, à comunidade ganhou conhecimentos para dar continuidade aos negócios da ASPRUE, pois já conta com pessoas capacitadas para administrar a associação”*. Esta afirmação demonstra que as atividades de capacitação proporcionaram as famílias à

habilidade de realizar o gerenciamento adequado dos recursos financeiros e humanos, da usina de processamento de óleo de pimenta longa e da associação.

As visitas de intercâmbio realizadas para a troca de experiências entre, técnicos, famílias plantadoras e não plantadoras de pimenta longa, e pesquisadores revelaram-se como uma importante estratégia no processo de aprendizagem, pois, proporcionou aos associados da ASPRUE o domínio no sistema de produção de mudas de pimenta longa, sendo sua aplicabilidade visualizada no processo de expansão. Constatou-se também, que a participação das famílias nas visitas de intercâmbio proporcionou a valorização das experiências locais, sendo respeitadas as opiniões dos participantes do projeto. Porém, é importante ressaltar que essas visitas propiciaram maior envolvimento e interesse por parte das famílias na fase de expansão.

O empoderamento repassado às famílias através das ações de capacitação, serviu para alavancar a associação que utilizou como estratégia a viabilização do processo de expansão do cultivo da pimenta longa.

Nesse sentido, buscando melhorar o processo de comunicação, foi alterada a estrutura de reuniões e encontros realizados pela associação, que anteriormente contava com uma assembléia geral, que embora reunindo grande número de associados não contribuía de forma eficiente para a associação. Assim, a estratégia montada pelos associados foi às assembléias representativas, em que os líderes e coordenadores de cada linha colocavam e discutiam as tomadas de decisões da ASPRUE mediante discussão inicial nas linhas com os associados. Entretanto, a aplicabilidade desta alteração foi questionada por alguns associados, argumentando que a assembléia geral deve ser retomada, principalmente porque se observa que a comunicação entre líderes e coordenadores nas linhas não acontece de forma satisfatória.

Outra discussão entre os associados, tem sido a prioridade estabelecida pela ASPRUE para o projeto pimenta longa. Parcela significativa dos associados têm reclamado de prejuízos em outras atividades. Porém, a direção tem se justificado, argumentando a tese de que a pimenta longa apresenta-se como uma alternativa de renda bastante promissora, face a sua viabilidade econômica e garantia de mercado.

Na fase de recomendação e disseminação, as ações de transferência de tecnologia fora de Vila Extrema, foram desenvolvidas em parceria com o serviço de extensão rural. As atividades desenvolvidas nesta fase não foram suficiente para o sucesso da expansão do cultivo de pimenta longa no Estado do Acre, tendo em vista que outros fatores influenciam o processo de transferência. Em Vila Extrema, o processo de expansão ocorreu entre os associados da ASPRUE, com menos dificuldades, pois os produtores foram beneficiados pelas ações de capacitação técnica, gerencial e organizacional, além da estrutura propiciada pelo projeto.

As tabelas 1 e 2, mostram o número de eventos e públicos atingidos, no período de execução do projeto. A participação do PESACRE na promoção de atividades de capacitação e difusão, restringiu-se aos eventos realizados em Vila Extrema-RO, embora tenha participado de outros eventos coordenados pela Embrapa Acre.

**TABELA 1. Eventos direcionados para o fortalecimento organizacional da ASPRUE.**

ATIVIDADES	QTD.	TOTAL DE PARTICIPANTES
Treinamentos em relações humanas e associativismo	05	80
Encontros para avaliação da associação e seus projetos	05	84
Curso/Princípios de comercialização	01	06
Curso/Gerenciamento administrativo/financeiro	01	07
Curso/Informática	01	06
Curso/Mecanização agrícola	01	05
Reunião/Custo de produção de pimenta longa	03	32
Curso/Beneficiamento da pimenta longa	01	04
<b>TOTAL</b>		<b>224</b>

**TABELA 2. Atividades de difusão de tecnologias e público atingido no período de 1998-2000.**

ATIVIDADES	QTD.	PÚBLICO					TOTAL
		PROD.	EXTENS.	TÉCN.	PESQ.	OUTROS	
Curso	09	45	75	02	-	-	122
Dia de Campo	03	268	52	24	11	62	417
Seminário	08	109	31	13	47	30	230
Palestra	20	510	60	33	11	18	632
Excursão	01	12	-	-	-	-	12
Reunião Técnica	04	-	-	-	-	103	103
<b>TOTAL</b>		<b>944</b>	<b>218</b>	<b>72</b>	<b>69</b>	<b>213</b>	<b>1.516</b>

**OBS:** PROD. (produtor); EXTENS. (extensionista); TÉCN.(técnico) e PESQ. (pesquisador).

## CONCLUSÕES

A experiência de Vila Extrema, tem demonstrado que a transferência de tecnologias, para atividades que engloba o processo agroindustrial, sob a responsabilidade de agricultores familiares, não pode prescindir de ações de capacitação nos aspectos gerenciais e organizativos, além dos técnicos;

Houve dificuldades por parte de alguns pesquisadores e técnicos do projeto no processo de pesquisa participativa, problemas que só serão superados mediante a capacitação e mudanças de atitudes e valores;

Os benefícios materiais oriundos do projeto (benfeitorias e implementos), embora sejam necessários, não assegura a comunidade a sustentabilidade desejada, é preciso continuar com ações de capacitação visando o fortalecimento da organização, estimular a solidariedade entre os associados e iniciativas que ampliem a participação das mulheres;

O esforço empreendido na etapa de disseminação, ou seja, a capacitação de técnicos, de produtores, a realização de palestras, dias de campo e outros eventos, não foram suficiente para o sucesso da expansão do cultivo de pimenta longa no Estado do Acre, tendo em vista que outros fatores influenciam o processo de transferência de tecnologia.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALIXTO, A.; VICENZO, F.; FRANÇA, S.B. Avaliação Participativa: O processo participativo de avaliação desenvolvida com 11 núcleos de produtores (as) rurais da ASPRUE - Associação de Produtores Rurais Vencedora de Vila Extrema no Estado de Rondônia. Rio Branco/ AC: ASPRUE, PESACRE, 1999. 24p.

GARRAFIEL, D.R.; NOBRE, F.R.C.; DAIN, J. Manual de Metodologia Pesa – Uma abordagem participativa para o desenvolvimento sustentável. Rio Branco/ AC: PESACRE, 2000. 48p.

GRUPO DE PESQUISA E EXTENSÃO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS DO ACRE – PESACRE. Relatório do sondeio, realizado na comunidade ASPRUE – Vila Extrema/AC. V Curso PESA. Rio Branco/AC: PESACRE. 1995. 34p.

SCHMITT, W. Extensão Rural, um cenário para o futuro. Porto Alegre. EMATER/RS, 1995. 26p (EMATER/RS. Textos Seleccionados, 01)

WILDNER, L.P.do; NADAL, R.de; SILVESTRO, M. Metodologia para integrar a pesquisa, extensão rural e o agricultor. Porto Alegre: EMATER/RS, 1994. não paginado. (EMATER-RS. Textos Seleccionados, 6).

## IMPACTOS SOCIAIS DA PESQUISA AGROPECUÁRIA: O CASO DOS PRODUTORES DE PIMENTA LONGA DO PARÁ

Mônica Cristina Carvalho<sup>1</sup>

Carlos Douglas Oliveira<sup>2</sup>

### INTRODUÇÃO

A cobrança de instituições financiadoras de projetos de Pesquisa e Desenvolvimento – P&D em relação ao retorno social da pesquisa agropecuária é cada vez mais forte, seja devido a falta de preocupação com esta questão, especialmente na Amazônia, seja também devido ao fato dos recursos públicos voltados às ações sociais estarem cada vez mais escassos. O desafio então está em empregar tais recursos de maneira eficaz, gerando benefícios concretos à sociedade. Benefícios estes que consigam ser sustentáveis, ou seja, que tenham ação prolongada no processo de desenvolvimento de uma comunidade ou de toda a sociedade.

Nessa perspectiva, Bonacelli & Marciel. (2000) consideram que a avaliação deve (e pode) promover o auto-conhecimento das instituições sociais envolvidas nessas atividades, assim como a correção de rumos e o posicionamento em relação aos usuários da pesquisa. Porém, as avaliações, de um modo geral, têm estado, historicamente, restritas à dimensão econômica. Estas autoras citam que os estudos que procuram quantificar e qualificar os impactos sociais (muitas vezes sócio-econômicos) são bem menos frequentes na literatura especializada. Apesar de se encontrar um volume bastante grande de estudos sobre os efeitos da tecnologia na forma e no nível de emprego, ou sobre as consequências excludentes do processo de modernização em populações menos favorecidas, são poucos, de fato, os estudos especificamente voltados para a análise de impactos sociais resultantes de programas de P&D.

A maior parte do material produzido sobre impactos sociais, versa sobre impactos de grandes investimentos produtivos (público e privado), como a instalação de pólos industriais, a construção de grandes barragens e de hidroelétricas, a instalação de plantas siderúrgicas; etc. Embora tais estudos possam contribuir com a avaliação de impactos sociais gerados pela pesquisa agropecuária, eles não são exatamente apropriados para o fim que propõe-se alcançar nesta pesquisa, que é avaliar os impactos sociais diretos da intervenção da Embrapa Amazônia Oriental sobre os produtores de pimenta longa da Comunidade São Jorge no município de Igarapé-Açu, estado do Pará.

Para Quirino *et al.* (2000), os aspectos que devem ser privilegiados são:

<sup>1</sup> Socióloga - Mestranda em Planejamento do Desenvolvimento – UFPA/NAEA

<sup>2</sup> Agrônomo - Mestrando em Agricultura Familiares e Desenvolvimento Sustentável – UFPA/NEAF - Contato: ramorim@amazon.com.br

o comportamento humano individual e coletivo principalmente aquele relacionado ao processo de produção, ao emprego, a saúde, a renda e a satisfação. Tentou-se levar em consideração estes aspectos na presente pesquisa.

O trabalho apresenta uma síntese dos resultados obtidos na avaliação dos impactos diretos do projeto Pimenta longa, isto é, impactos de primeiro nível, que na classificação de Bonacelli & Marciel (2000) é quando os agentes impactados estão diretamente ligados com a instituição que promove tais impactos. Para melhor visualização, os impactos foram classificados como: impactos positivos - aqueles que geram benefícios aos agentes impactados (agricultores e/ou comunitários) e impactos negativos - aqueles que não conseguem promover benefício ou satisfação aos agentes impactados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Procurou-se levar em consideração as propostas metodológicas fornecidas por Bonacelli & Marciel (2000). Porém, o presente trabalho não se deteve exclusivamente a elas, pois distingue-se das demais na medida em que introduziu-se a participação dos beneficiários do projeto (produtores de pimenta longa) na pesquisa. Para isso utilizou-se técnicas como: entrevistas semi-estruturadas e *Workshops* com os comunitários de Vila São Jorge. Tomou-se como referencial os resultados do diagnóstico realizado por Gato *et alii* (1996) e transformados em indicadores por Oliveira (2000). Com isso temos um panorama das mudanças promovidas pelo projeto pimenta longa no período compreendido entre o ano de 1997, quando a Embrapa Amazônia Oriental iniciou o processo de transferência de tecnologia na Comunidade São Jorge do Jabuti, e o primeiro semestre do ano 2000.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### IMPACTOS POSITIVOS

- Intervenção positiva no processo de organização formal e fortalecimento da união entre comunitários, levando-se em consideração que o projeto finalmente começa a inserir as mulheres em atividades comunitárias, produzindo alguns resultados práticos e, ainda, maior interação entre os produtores, promovendo maior união e troca de informações entre os mesmos;
- Avanço expressivo no processo de informação e geração de conhecimento na comunidade, especialmente quando avalia-se os produtores de pimenta longa e os Agentes Comunitários de Desenvolvimento<sup>3</sup> *ex-ante* a implementação do projeto. Isso pôde ser comprovado comparando-se a participação e maior ação dos comunitários em trabalhos individuais e coletivos *ex-ante* e durante a implementação do projeto pimenta longa.

3 O grupo de Agentes Comunitários de Desenvolvimento, constitui-se de jovens filhos de agricultores da comunidade que foram capacitados para dar apoio técnico aos associados da Acorda Jabuti, sobretudo aos produtores de pimenta longa.

- Não foi possível pontuar os impactos do projeto sobre a questão da saúde na comunidade, haja vista que, segundo a coordenação do projeto ainda não foi possível mobilizar os agentes envolvidos neste processo. Mas isso não impede que o projeto forneça alguns subsídios que estão ao seu alcance, como apoio à cursos de capacitação para agentes de saúde e à realização de diagnósticos de saúde, bem como fomentar campanhas educativas e/ou informativas sobre profilaxia de doenças que ocorrem com maior frequência na comunidade.

### IMPACTOS NEGATIVOS

- O projeto ainda não conseguiu atender a demanda dos produtores relativa ao aumento da renda familiar. Este fato pode gerar problemas graves entre os parceiros deste projeto, se não se pensar imediatamente em uma estratégia de administração da ansiedade dos produtores para essa questão. Talvez seja interessante começar com algum evento que discuta o problema junto com os interessados;

- Alguns comunitários e produtores, demonstraram-se bastante insatisfeitos com o processo de escolha dos atuais produtores de pimenta longa. Eles alegam que quem fez esta escolha foram os técnicos da Embrapa Amazônia Oriental e que os mesmos não tinham condições de saber quem apresentava potencial para plantar pimenta longa e atribuem a este fato a desistência de alguns produtores em relação ao projeto. Este é um impacto relevante que salienta o caráter não participativo praticado na fase inicial deste projeto.

Observa-se que todos os impactos negativos identificados pela pesquisa, estão relacionados com a insatisfação dos produtores. O que nos parece menos problemático, pois estes impactos são mais simples de serem contornados do que aqueles que provocam mudanças irreversíveis. Para que estes impactos não interfiram negativamente nas ações de êxito do projeto, deve haver maior preocupação com a comunicação entre os parceiros e, para que o mesmo venha a dar certo, não deve prescindir de diálogo entre os interessados, priorizando uma relação onde o poder de decisão sobre o projeto não pode ser unilateral.

### CONCLUSÕES

Pode-se dizer que a presente pesquisa, isto é, a Avaliação de Impactos Sociais - gerados pelo projeto pimenta longa na Comunidade São Jorge Jabuti, ainda não foi concluída, vez que avaliamos as ações de desenvolvimento do projeto, *ex-ante* e durante a sua implementação. Sugere-se, como proposta de conclusão da pesquisa, que se avalie os mesmos impactos *ex-post* a implementação do projeto. E ainda, que se dedique espaço para a avaliação dos impactos indiretos do projeto, bem como para o estudo das possibilidades de acesso de outros agentes tanto ao conhecimento quanto aos resultados produzidos pelo projeto pimenta longa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONACELLI, M. B. M.; MARCIEL, A. Avaliação de impactos sociais. In: Campinas, Universidade Estadual. Instituto de Geociências. **Políticas públicas para inovação tecnológica na agricultura do estado de São Paulo: Métodos para avaliação de impactos de pesquisa**. I. Revisão de literatura: Impactos econômicos, sociais, ambientais e de criação de competências. Campinas, 2000. 65p.

GATO, Rubenise *et al.* Diagnóstico Técnico Sócio Econômico da Comunidade de São Jorge, Município de Igarapé Açu, PA. Belém, 1996. Não publicado.

OLIVEIRA, Carlos Douglas. Diagnóstico Sócio Cultural da Comunidade São Jorge Jabuti, Município de Igarapé Açu - PA. Belém; [ S.n.], 2000. 29p. Relatório do Trabalho de Consultoria realizado para a Embrapa Amazônia Oriental/ DFID, fevereiro-março, 2000.

QUIRINO, T. R. *et alii.* Impacto social de tecnologia agropecuária: construção de uma metodologia para o caso da EMBRAPA. **Cadernos de Ciência e Tecnologia**: Embrapa. v. 17, jan/abril. 2000.



## ATENDIMENTO DE DEMANDAS NO CENTRO DE INFORMAÇÃO DA PIMENTA LONGA DA EMBRAPA ACRE

Evandro Orfanó Figueiredo<sup>1</sup>  
Mauricília Pereira da Silva<sup>2</sup>  
Soraya Pereira da Silva<sup>3</sup>

### INTRODUÇÃO

O debate informado depende do conhecimento científico dos fatos. Portanto, cientistas, tecnólogos e pessoas ligadas a área de comunicação têm especial responsabilidade em contribuir para o esclarecimento do público.

O público precisa estar esclarecido e apto para fazer uma avaliação imparcial afim de que a tecnologia possa ser usada de forma criativa e em benefício da humanidade. Por isso é dever do cientista e das instituições de pesquisa comunicar os resultados de seus estudos, dando a dimensão das potencialidades, riscos e oportunidades ao maior número de pessoas possível e em termos facilmente entendidos pelo cidadão comum.

Foi pensando nestas questões e no atendimento da demanda por informações sobre a cultura da pimenta longa, geradas por produtores, técnicos, empresários e pesquisadores, que a Embrapa Acre e seus parceiros no Projeto Piper, criaram o Centro de Informação de Pimenta Longa.

O Centro, além de disponibilizar uma ampla gama de publicações gratuitas via internet, também criou uma home page exclusiva:

<http://www.cpaafac.embrapa.br/pimentalonga/index.htm> com informações sobre os parceiros, resultados de pesquisa, mercado, principais dúvidas e últimas novidades sobre o processo de expansão da cultura. Um link permite acesso direto ao Serviço de Atendimento ao Cidadão (SAC) que atende as solicitações dos usuários num prazo de 24 horas.

Atualmente, o Centro de Informação é responsável por um dos melhores índices de transferência de tecnologia via publicações on-line, quando comparado com outras demandas da Embrapa Acre.

**Pimenta longa** - O extrativismo tradicional dos recursos vegetais é uma atividade econômica destinada a falência. Atualmente, a inserção de um produto no mercado demanda escala de produção e um sistema produtivo sustentável

<sup>1</sup>Eng.-Agr., B.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 392, 69908-970, Rio Branco-AC, e-mail: orfano@cpafac.embrapa.br

<sup>2</sup>Letras, B.Sc., Embrapa Acre, e-mail: cila@cpafac.embrapa.br

<sup>3</sup>Jornalista, B.Sc., Embrapa Acre, e-mail: soraya@cpafac.embrapa.br

no contexto de “tecnologias limpas”. Estes aspectos são indispensáveis para a manutenção da competitividade do produto no agronegócio.

Antes das restrições legais impostas pelo poder público brasileiro para exploração das árvores de canela sassafrás (*Ocotea pretiosa* Mezz), o país era o principal produtor de óleo essencial rico em safrol. A espécie *Ocotea pretiosa* Mezz era abatida e explorada de forma indiscriminada, de modo que a espécie praticamente desapareceu de várias regiões com florestas nativas do sul do país. Com a necessidade de planos de manejo sustentável para continuidade da exploração do sassafrás, as empresas de destilação do óleo essencial não mostraram mais interesse na atividade em decorrência da complexidade do manejo da espécie. Outro ponto negativo, era o tempo necessário para se chegar a fase de corte, aproximadamente 20 anos.

A partir dessas restrições, países do sudeste Asiático intensificaram a exploração do sassafrás de suas reservas florestais. No entanto, a exploração predatória poderá levar à insustentabilidade da manutenção das populações nativas da espécie.

O processo de domesticação dos recursos vegetais teve seu início no período pré-histórico neolítico, há cerca de dez mil anos. A partir desta época, estima-se que das 300.000 espécies existentes na face da Terra, cerca de 3000, encontradas primitivamente na natureza, foram progressivamente selecionadas, adaptadas e cultivadas. Dessas, apenas 100 espécies de plantas são cultivadas largamente e apoiam a produção rural (HOMMA, 1990). Nesta perspectiva são reduzidas as possibilidades do aparecimento de uma nova espécie que fosse domesticada para substituir a exploração do sassafrás, como fonte natural de safrol, o que provocaria a curto e médio prazo fortes impactos nas indústrias químicas processadoras de fragrâncias, inseticidas e pesticidas.

O trabalho de domesticação da pimenta longa (*Piper hispidinervum*) desenvolvido pela Embrapa, possibilitou a construção de um novo cenário mundial para o mercado de óleo essencial rico em safrol. A pimenta longa é uma espécie nativa da Amazônia, que produz um óleo essencial com altos teores de safrol, sua distribuição é significativamente abundante em áreas antropizadas na região do Vale do Rio Acre. A espécie domesticada entra em fase produtiva em aproximadamente 12 meses.

O rápido processo de desenvolvimento tecnológico para domesticação da espécie e as vantagens competitivas da cultura da pimenta longa, quando comparadas com os processos extrativos de outras fontes, despertaram a atenção de produtores rurais e empresários em várias regiões tropicais do mundo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a demanda por informações tecnológicas on-line da cultura da pimenta longa (*Piper hispidinervum*), utilizou-se a estatística de acesso a home-page da Embrapa Acre, disponível no endereço eletrônico:

**<http://www.cpafac.embrapa.br/aw/index.html>**

Na estatística da home-page considerou-se os acessos no período de 24 de outubro de 2000 a 01 de outubro de 2001. Para avaliação da demanda por publicações on-line, foram contemplados todos os veículos de publicação com acesso superior a 136 aberturas eletrônicas ou 0,04% do total de aberturas de páginas eletrônicas do site.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A demanda por informações sobre a cultura da pimenta longa envolve os aspectos botânico, econômico, seleção de áreas, seleção de sementes, tecnologia para produção de mudas, controle fitossanitário, colheita e secagem da biomassa, montagem da infra-estrutura para a usina de destilação de óleo essencial e mercado. Estas informações encontram-se disponíveis em 28 (vinte e oito) publicações on-line, totalizando 26.270 trabalhos distribuídos via internet ou 89,74% da demanda total.

A segunda maior demanda é sobre pecuária com 3,19% do total de acessos, seguidos pelos temas solos, sistemas agroflorestais, tecnologia de alimentos, manejo florestal e agricultura familiar (Quadro 1).

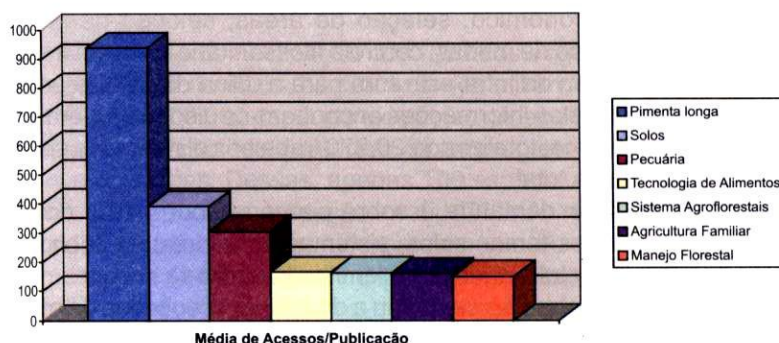
No entanto, o Centro não se limitou a difundir os resultados de pesquisas pela internet. Sem perder de vista o pequeno produtor, o Centro também preocupou-se em produzir materiais com linguagem e foco adequados a este público. Depois de um ano de trabalho, publicou-se duas cartilhas populares: o volume 1, sobre produção de mudas, e o volume 2, sobre cultivo. O material está sendo usado em treinamentos com técnicos e produtores.

Na grande imprensa, em 2000, a revista Globo Rural, edição de julho, dedicou uma página inteira à cultura. No ano seguinte, a home page da pimenta longa foi destaque no jornal Correio Popular (Campinas-SP) e, novamente, na revista Globo Rural, edição de março (pág. 40), que também fez uma grande reportagem com 6 páginas sobre a cultura com o título "Perfume que vem da mata". Na imprensa local, o Centro de Informação esteve presente em quase todos os meses nas pautas de rádio, Tv e jornal.

**TABELA 1. Número de acessos por tema e publicações por meio da homepage da Embrapa Acre.**

Seq.	Temas	N.º Publicações Disponíveis	N.º Publicações Acessadas	N.º de Acessos	Percentual
01	Pimenta longa	28	28	26270	89,74%
02	Pecuária	33	03	926	3,19%
03	Solos	10	02	785	2,68%
04	Sistema Agroflorestais	14	03	494	1,69%
05	Tecnologia de Alimentos	03	02	333	1,14%
06	Manejo Florestal	15	02	303	1,04%
07	Agricultura Familiar	13	01	161	0,55%

Na avaliação da média de acessos eletrônicos por publicações em cada tema, nota-se a importância atual da cultura da pimenta longa para o negócio tecnológico da Embrapa Acre (Gráfico 1).



**Fig. 1. Média de acessos eletrônicos por publicação demandada dentro de cada linha temática.**

## CONCLUSÃO

Atualmente, a demanda por informações técnicas via publicações no site da Embrapa Acre sobre pimenta longa (*Piper hispidinervum*) corresponde a 89,74% do total da demanda. As reportagens tecnológicas na mídia local e nacional tem contribuído para o debate informado sobre ciência e tecnologia e a publicação de materiais específicos para um público semi-alfabetizado tem auxiliado técnicos e produtores a entender o processo de cultivo e exploração da pimenta longa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HOMMA, A.K.O. A dinâmica do extrativismo vegetal na Amazônia: uma interpretação teórica. In: **Encontro Nacional de Economia**, 18, 1990, Brasília, 1990, v3, p951-970

VIEIRA, Cássio Leite; "Pequeno Manual de Divulgação Científica: Dicas para cientistas e divulgadores de ciência", Rio de Janeiro: Ciência Hoje/Faperj. 1999

**TEMA VI**  
**Aspectos Socioeconomicos da Cultura**

## **ANÁLISE FINANCEIRA DA EXPLORAÇÃO DA PIMENTA LONGA PARA PRODUÇÃO DE SAFROL NO ACRE<sup>1</sup>**

Claudenor Pinho de Sá<sup>2</sup>, Flávio Araújo Pimentel<sup>2</sup>

### **INTRODUÇÃO**

A proibição da exploração da Canela sassafrás (*Ocotea pretiosa*), proveniente dos habitats naturais da região Sul, transformou o Brasil em importador do óleo essencial para obtenção do safrol. A descoberta de populações nativas de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) no Acre, apresentando teores de safrol acima de 90% em seu óleo essencial, vem despertando interesse por parte das empresas processadoras que utilizam óleos essenciais rico em safrol devido a redução da oferta mundial e escassez de matéria prima, enquanto para as associações de rurais representa a expectativa dos altos preços vigentes.

Pimentel et al. (2000) afirmam que o interesse pelo cultivo da pimenta longa originou-se da crescente demanda de safrol natural nos mercados nacional e internacional, visto que os países fornecedores deste composto químico (China e Vietnã) correm sérios riscos de não mais poderem atender a médio e longo prazo a demanda por este óleo essencial, devido ao sistema predatório utilizado no processo de extração.

Mendes (1999) encontrou dificuldades para determinação do custo de produção da pimenta longa, por se tratar de uma atividade pioneira, ainda em fase experimental.

Na expectativa do aumento da área cultivada com pimenta longa no Acre, como alternativa geradora de renda, o estudo se propôs determinar a viabilidade financeira da atividade desenvolvida pelos pequenos produtores, por tratar-se do cultivo de uma espécie ainda não explorada comercialmente.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Os coeficientes técnicos foram obtidos por meio do monitoramento em três Unidades Demonstrativas (1ha/cada) implantadas em propriedades de produtores no município de Brasiléia, enquanto para destilação do óleo foram obtidos na indústria instalada em Plácido de Castro, sendo os mesmos discutidos e analisados com técnicos e pesquisadores envolvidos no projeto.

Para a análise financeira do investimento foram utilizados como indicadores a relação benefício-custo (RBC), valor presente líquido (VPL) e taxa

<sup>1</sup> Pesquisa financiada pelo Department for International Development – DFID.

<sup>2</sup> Eng. –Agr., M.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 392, CEP 69908 – 970, Rio Branco, AC

interna de retorno (TIR), definidos, conforme (Hoffmann et al. 1987). A remuneração da mão-de-obra familiar (RMOF), citada por Santos et al. (1999), foi estimada pela divisão da renda do trabalho familiar (RTF) pelo número de homem dia (diárias) de mão-de-obra familiar (HDF) utilizados na exploração. A RTF foi obtida subtraindo-se da renda bruta todas as despesas, exceto as de mão-de-obra familiar, que passou a ser remunerada pelo resíduo. Este indicador representa o valor máximo da diária, que a exploração pode pagar pelo trabalho familiar. Considerou-se que todo serviço humano de produção de biomassa verde foi executado pelo produtor e sua família, não havendo contratação de mão-de-obra externa, pela pressuposição da capacitação dos produtores. Para análise por este indicador, utilizou-se o valor de R\$ 8,00 como referência (diária local), que é o valor de mercado da diária no meio rural da Região. A RMOF foi usada para comparação direta entre a remuneração que o agricultor pode obter com a venda de sua mão-de-obra (custo de oportunidade) e a que pode ter em sua propriedade.

Foi considerada, como unidade, a área de 1 ha de pimenta longa e uma destilaria, administrada pela associação, com capacidade para beneficiar 50 produtores produzindo, a partir do segundo ano, aproximadamente 175 toneladas de matéria seca. A produção anual foi estimada em 85 Kg/ha para o primeiro, e 130 kg/ha para os demais anos da implantação da lavoura, considerando-se as médias de produção obtidas nas Unidades Demonstrativas.

Os valores dos custos e receitas foram atualizados com taxa de desconto de 6% ao ano, que representa o custo de oportunidade do capital. A receita corresponde à venda do safrol a R\$ 12,50; preço pago aos produtores pelo produto na indústria. Para o levantamento dos custos foram considerados: materiais; insumos; serviços, incluindo mão-de-obra familiar e contratada; transporte da biomassa para destilaria e do safrol para indústria. Foram considerados o valor do investimento, o custo da conservação da infra-estrutura, máquinas e equipamentos, vida útil e seu tempo de utilização na atividade.

Os preços dos fatores foram considerados os de mercado, válidos para Set/2001. O horizonte temporal de análise foi de seis anos.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Análise financeira**

Na análise dos indicadores de rentabilidade (Tabela 1), demonstram a viabilidade financeira da atividade estudada.



**Tabela 1. Indicadores de rentabilidade financeira para o cultivo racional de 1 ha de Pimenta longa. Acre. 2001.**

<b>Indicador financeiro</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor obtido</b>
Valor Presente Líquido – VPL	R\$	3.176,08
Relação Benefício Custo - RBC	RBC	1,74
Taxa Interna de Retorno - TIR	%	29,03
Remuneração da Mão-de-obra Familiar – RMOF	R\$/diária	28,00

Legenda: R\$ (reais de Set/2001).

### **Valor Presente Líquido**

O VPL ou lucro do investimento, que representa a diferença das receitas com os custos anuais, durante a vida útil do empreendimento, ou seja, o valor atual do benefício líquido gerado pela atividade, apresentou um valor de R\$ 3.176,08 por hectare, portanto com uma renda média líquida anual de aproximadamente R\$ 530,00/ha, calculados a taxa de desconto constante de 6% ao ano. Este resultado indica que a atividade apresenta viabilidade financeira no aspecto privado, uma vez que os rendimentos obtidos são superiores ao valor dos recursos necessários para sua operacionalização.

### **Relação Benefício-custo**

A relação benefício custo, calculado a taxa de desconto de 6%, apresentou o valor igual a 1,74. Fato que significa que para cada R\$ 1,00 investido, a atividade tem capacidade de retornar R\$ 1,74. Portanto, no aspecto financeiro o projeto é viável, mesmo com a elevação das despesas em até 74%, ou diminuição das receitas na ordem de 43%.

### **Taxa Interna de Retorno**

A TIR corresponde ao valor máximo da taxa de juros que o projeto pode suportar para se manter viável. Na análise, apresentou o valor de 29,03%, que representa a taxa anual dos juros que faz com que o valor atual dos lucros seja zero. Neste sentido, o investimento apresenta grande margem de segurança com relação à taxa de juros, uma vez que os praticados no mercado para

financiar a pequena produção, não ultrapassa a taxa de juros de 6% ao ano. Fato que confirma a viabilidade do empreendimento.

### **Remuneração da mão-de-obra familiar**

Na análise da remuneração da mão-de-obra familiar observa-se que a atividade remunera a diária da mão-de-obra familiar utilizada em R\$ 28,00. Portanto, superior ao custo de oportunidade da mão-de-obra para a Região.

## **CONCLUSÕES**

O cultivo da pimenta longa para obtenção de safrol remunera a mão-de-obra familiar que trabalha na atividade com um valor superior ao seu custo de oportunidade para a Região, em aproximadamente, 250% .

A atividade proporciona uma remuneração líquida total por hectare, durante o período de vigência do projeto de R\$ 3.176,08, portanto, com uma renda média líquida anual de aproximadamente R\$ 530,00/ha.

No aspecto financeiro o projeto é viável, mesmo com a elevação das despesas em até 74%, ou diminuição das receitas na ordem de 43%.

O investimento apresenta grande margem de segurança com relação à taxa de juros, uma vez que suporta juros de até 29,03% ao ano. Portanto, bem superior ao praticado no mercado para financiar a pequena produção.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

HOFFMANN, R.; SERRANO, O.; NEVES, E. M.; THAME, A. C.; ENGLER, J. J. C. **Administração da empresa agrícola**. 3 ed. São Paulo: Pioneira. 1987. 325p.

MENDES, F.A. T. **Análise Econômica e Financeira: Projeto pimenta longa nos estados do Pará e Rondônia**. Pará. 1999. 23p.

PIMENTEL, F. A.; PACHECO, E.P.; SILVA, M.R. da. **Recomendações básicas sobre colheita e secagem de biomassa triturada de pimenta longa (*Piper hispidinervum*)**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2000. 3p. (Embrapa Acre. Comunicado Técnico, 121).

SANTOS, J. C. dos.; SÁ, C. P. de; ARAÚJO, H. J. B. de. **Aspectos financeiros e institucionais do manejo florestal madeireiro de baixo impacto em áreas de reserva legal de pequenas propriedades, na Amazônia**. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Foz do Iguaçu. 1999.

# ESTUDO DA PRODUTIVIDADE E DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE POPULAÇÕES NATIVAS DE PIMENTA LONGA (*Piper hispidinervum*) SOB MANEJO<sup>1</sup>

Flávio Araújo Pimentel<sup>2</sup>  
Claudenor Pinho de Sá<sup>2</sup>

## INTRODUÇÃO

Na Amazônia têm-se buscado novas alternativas para exploração agroindustrial, por meio de recursos florestais de valor comercial. Com base neste aspecto, a exploração comercial da pimenta longa, cuja espécie com alto teor de safrol, é encontrada em condições silvestres somente no Estado do Acre, despertou grande interesse de empresas nacionais e internacionais processadoras de óleos essenciais. Da mesma forma é bastante significativo o interesse dos produtores acreanos na busca de informações sobre o aproveitamento de populações nativas para obtenção de óleo essencial em escala comercial.

A identificação da espécie *Piper hispidinervum* foi obtida pelo programa de triagem de plantas aromáticas da Amazônia, realizada na década de 1970, por um grupo de pesquisadores do Inpa. Posteriormente, com as expedições realizadas na década de 1990 por pesquisadores da Embrapa Acre, descobriu-se que os habitats desta espécie estavam distribuídos apenas nos municípios localizados no Vale do Rio Acre (Pimentel et al, 1998).

Apesar da pimenta longa cultivada apresentar-se como alternativa de renda e para obtenção de safrol natural, colhida de forma não-destrutiva, nada se conhece sobre os aspectos produtivo e econômico da espécie nativa.

Este trabalho teve comq objetivos avaliar a regeneração, produtividade de biomassa e de óleo essencial, bem como a viabilidade econômica de populações nativas submetidas ao manejo contínuo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em seis populações nativas de pimenta longa com densidade mínima de 1.000 touceiras/ha do município de Brasília-Acre, mapeadas por Pimentel & Pinheiro (2000). As populações nativas ocupam áreas variando de 1 a 3 ha, sob áreas antropizadas, localizadas em projeto de colonização do Incra. O tempo de desmatamento das áreas variam de 15 a 20 anos e a idade dos habitats naturais de 5 a 10 anos. As populações encontram-

<sup>1</sup>Apoio Financeiro: Department For International Development - DFID.

<sup>2</sup>Eng.-Agrôn., M.Sc., Embrapa Acre, Caixa Postal 321, 69901-180, Rio Branco, AC, e-mail: flavio@cpafac.embrapa.br / claude@cpafac.embrapa.br

se distribuídas em solos do tipo Argissolo vermelho-Amarelo, com pH variando entre 5 a 6,5. O trabalho foi iniciado em dezembro de 1999. Até o momento foram realizados dois cortes com intervalo de 12 meses, avaliando-se: 1) número de touceiras/ha; 2) número de hastes (ramos ortotrópicos) por touceiras; 3) produção de biomassa (folhas e ramos plagiotrópicos) a 20% de umidade; 4) produção de óleo essencial e 5) teor de safrol dos óleos obtidos de cada população estudada. Em cada população nativa foi instalada uma parcela medindo 100 m<sup>2</sup>, para quantificar o número de hastes por touceira. Para as demais avaliações utilizou-se toda área da população nativa. Após os cortes a biomassa foi submetida à secagem em secador solar, até atingir 20% de umidade. A extração do óleo foi realizada em destilador comercial utilizando como meio de arraste, vapor seco emitido por caldeira aquecida à lenha. Em cada partida de destilação foi medida a eficiência, utilizando como padrão as análises laboratoriais. Para o cálculo de produção de óleo essencial das populações, padronizou-se a eficiência de extração da destilaria em 80%. O teor de safrol no óleo essencial de cada população foi determinado por meio de cromatografia gasosa, no laboratório da Embrapa Acre.

Para a análise financeira foram utilizados como indicadores a relação benefício-custo (RBC), o valor presente líquido (VPL), ponto de nivelamento (PN), definidos, conforme (Hoffmann et al. 1987) e a remuneração da mão-de-obra familiar (RMOF), citada por Santos et al. (1999). Este indicador representa o valor máximo da diária que a atividade pode pagar pelo trabalho familiar. Considerou-se o valor de R\$ 8,00 como referência (diária local), que é o valor de mercado da diária no meio rural da região. Foi considerada a produção média das seis populações nativas de pimenta longa, sendo 31,50 kg/ha para o primeiro corte e 50 kg/ha, a partir do segundo corte.

Os valores dos custos e receitas foram atualizados com taxa de desconto de 6% ao ano, que representa o custo de oportunidade do capital. A receita corresponde à venda do safrol a R\$ 12,50; preço pago aos produtores pelo produto na indústria. Para o levantamento dos custos foram considerados o valor do investimento, o custo da conservação da roçadeira e equipamentos e sua vida útil, serviços, incluindo mão-de-obra familiar; transporte da biomassa para destilaria e do safrol para indústria.

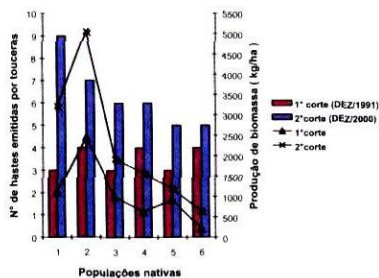
Os preços dos fatores de produção (mão-de-obra, transporte e processamento) foram os de mercado, válidos para o mês de setembro de 2001. O horizonte temporal de análise foi de seis anos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

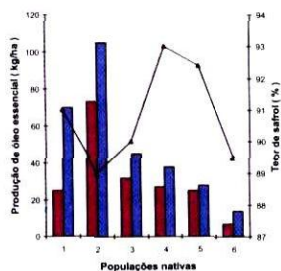
Como pode ser observado na Fig. 1, houve população que chegou a triplicar o número de hastes entre o primeiro e segundo corte, devido à diferença na emissão de hastes entre as populações estudadas. Estas populações

encontravam-se com idade mínima de cinco anos.

Observa-se, do primeiro para o segundo corte, aumento de produtividade de folhas e ramos plagiotrópicos de pimenta longa, com variação dentro das populações, de 31% a 208% (Fig. 1).



**Fig. 1. Emissão de hastes por touceiras e produtividade de biomassa em populações nativas de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) sob manejo. Brasília, AC.**



**Fig. 2. Produtividade de óleo essencial e teor de safrol de populações nativas de pimenta longa (*Piper hispidinervum*) sob manejo. Brasília, AC.**

Entre as populações o rendimento médio de óleo essencial no segundo corte (2,2%) foi inferior ao do primeiro (3,04%), devido ao estágio de maturação das folhas e ramos plagiotrópicos. A diferença entre as populações variaram entre 0,1 e 1,9%. Esta diferença está relacionada com o tempo de estabelecimento das plantas sem passar por nenhum processo de colheita (5 a 10 anos) bem como pela diferença de altura de estande. A produtividade média de óleo essencial no segundo corte foi de 50 kg/ha, em quanto que, no primeiro corte as populações produziram apenas 32 kg/ha. Verifica-se, portanto que há necessidade de se considerar o primeiro corte apenas como padronização de estande. As maiores produtividades de óleo essencial obtidas no segundo corte foram de 70 e 105 kg/ha, provenientes de duas populações nativas,

respectivamente, com 4383 e 7180 touceiras/ha. O número de hastes/touceira variou entre 7 e 9 (Fig. 1 e 2).

A mortalidade de touceiras, após o corte, ocorreu em 80% das populações estudadas. Nestas populações o índice de mortalidade foi em média 0,3%.

Observa-se na Fig. 2 que o teor de safrol nas populações nativas é superior a 89%. Este dado é semelhante ao obtido nas áreas cultivadas que varia entre 89% a 92% (Pimentel et al., 1999).

A análise dos indicadores de rentabilidade (VPL, RBC, RMOF) indica a viabilidade financeira da exploração das populações nativas de pimenta longa sob manejo contínuo.

### **Valor Presente Líquido**

O VPL ou lucro do investimento, que representa a diferença das receitas com os custos anuais, durante a vida útil do empreendimento, ou seja, o valor atual do benefício líquido gerado pela atividade foi de R\$ 892,32 por hectare, portanto com uma renda média líquida anual de aproximadamente R\$ 150,00/ha. Este resultado indica que a atividade apresenta viabilidade financeira no aspecto privado, uma vez que os rendimentos obtidos são superiores ao valor dos recursos necessários para sua operacionalização (Tabela 1).

### **Relação Benefício-custo**

A relação benefício-custo apresentou o valor igual a 1,35. Fato que significa que para cada R\$ 1,00 investido, a atividade tem capacidade de retornar R\$ 1,35. Portanto, no aspecto financeiro o projeto é viável, mesmo com a elevação das despesas em até 35%, ou diminuição das receitas na ordem de 26% (Tabela 1).

### **Remuneração da Mão-de-obra Familiar**

Na análise da remuneração da mão-de-obra familiar observa-se que a atividade remunera a diária da mão-de-obra familiar utilizada em R\$ 15,00. Portanto, superior ao custo de oportunidade da mão-de-obra para a região (R\$ 8,00/dia de trabalho) (Tabela 1).

### **Ponto de Nivelamento**

O ponto de nivelamento entre as receitas e despesas para a exploração de populações nativas de pimenta longa corresponde à produção de aproximadamente 23 kg de óleo por hectare, representando, 1.700 touceiras de pimenta longa. Neste aspecto, observa-se que com apenas 3.300 touceiras

por hectare é possível obter uma renda líquida equivalente a obtida nos cultivos racionais (R\$ 530,00/ano). Isto foi decorrência do custo variável menor para a exploração de populações nativas, que a levou a obter uma maior margem de lucro com uma pequena elevação na produção de óleo essencial (Tabela 1).

**Tabela 1. Indicadores de rentabilidade financeira para um hectare de população nativa de pimenta longa sob manejo. Acre. 2001.**

INDICADOR FINANCEIRO	UNIDADE	VALOR OBTIDO
Valor Presente Líquido – VPL	R\$	892,32
Relação Benefício-custo – RBC	-	1,35
Remuneração da Mão-de-obra Familiar – RMOF	R\$/diária	15,00
Produção de óleo (Ponto de Nivelamento)	Kg/ha	23

Legenda: R\$ (reais de Set./2001).

## CONCLUSÕES

As populações nativas com até dez anos de idade apresentam elevado poder de regeneração, quando submetidas a cortes frequentes.

Nos habitats naturais as populações nativas estão distribuídas em touceiras, com até nove hastes (ramos ortotrópicos) após o corte.

Nas populações nativas em que o estande é superior a 3.000 hastes/ha a produtividade de biomassa e de óleo essencial assemelha-se aos valores obtidos das áreas cultivadas.

No aspecto financeiro a atividade continua viável, mesmo com a elevação das despesas em até 35%, ou diminuição das receitas na ordem de 26%. Este valor corresponde ao ponto de nivelamento, que representa uma produção de 23 kg de óleo essencial, obtida com uma densidade de 1.700 touceiras por hectare.

A exploração de populações nativas de pimenta longa para obtenção de safrol remunera a mão-de-obra familiar que trabalha na atividade com um valor superior ao seu custo de oportunidade para a região.

A atividade proporcionou uma remuneração líquida total por hectare, durante o horizonte da análise (estimado em seis anos) de R\$ 892,32; portanto, com uma remuneração líquida anual de aproximadamente R\$ 150,00/ha.

É possível obter lucro semelhante ao da exploração do cultivo racional da pimenta longa manejando aproximadamente 3.300 touceiras por hectare.

O trabalho deverá ser continuado para consolidação dos resultados obtidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HOFFMANN, R.; SERRANO, O.; NEVES, E. M.; THAME, A.C.; ENGLER, J.J.C. **Administração da empresa agrícola**. 3 ed. São Paulo: pioneira. 1987. 325p.

PIMENTEL, F.A.; PEREIRA, J.B.M.; OLIVEIRA, M.N. de. **Zoneamento e caracterização de habitats naturais de pimenta longa (*Piper hispidinervium*) no Acre**. Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC, 1998. 17p. (Embrapa-CPAF/AC. Boletim de pesquisa, 20).

PIMENTEL, F.A.; PINHEIRO, P.S.N. **Mapeamento e caracterização de habitats naturais de pimenta longa (*Piper hispidinervium*) no município de Brasiléia**. Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC, 2000. 20p. (Embrapa-CPAF/AC. Boletim de pesquisa, 28).

PIMENTEL, F.A.; ROCHA, W.B. de; CABRAL, W.G. **Colheita, beneficiamento e armazenamento de sementes de pimenta longa (*Piper hispidinervium*)**. Rio Branco: Embrapa-CPAF/AC, 1999. 2p. (Embrapa-CPAF/AC. Instrução técnica, 20).

SANTOS, J. C. dos.; SÁ, C.P. de; ARAÚJO, H.J.B. de. **Aspectos financeiros e institucionais do manejo florestal madeireiro de baixo impacto em áreas de reserva legal de pequenas propriedades, na Amazônia**. In: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. Foz do Iguaçu. 1999.





---

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**  
**Embrapa Acre**  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
Rodovia BR-364, km 14 (Rio Branco/Porto Velho)  
Caixa Postal 321, 69908-970, Rio Branco, AC  
Telefones: (68) 212-3200, 212-3206  
Fax: (68) 212-3284  
e-mail: [sac@cpafac.embrapa.br](mailto:sac@cpafac.embrapa.br)  
<http://www.cpafac.embrapa.br>

**Patrocínio**

